



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

HOMOLOGACIÓN DE UN LAND ROVER DEFENDER



AUTOR: ERIC GABRIEL ABRUTSKY PERALTA

TUTOR: JORDI VIVES COSTA

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA.

INSTITUCIÓN: ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE MANRESA (EPSEM).

CONVOCATORIA: MAYO 2019.

ÍNDICE

	Página
1 ABSTRACT.	4
2 OBJETIVO.	6
3 MOTIVACIÓN.	7
4 CARACTERÍSTICAS ORIGINALES DE VEHÍCULO.	8
5 DESCRIPCIÓN DE LAS REFORMAS.	9
5.1 SUSTITUCIÓN DEL MOTOR.	10
5.2 SUSTITUCIÓN NEUMÁTICOS Y LLANTAS.	14
5.3 INSTALACION ALETINES SOBREDIMENSIONADOS.	17
5.4 HOMOLOGACION CAMBIO AMORTIGUADORES.	19
5.5 HOMOLOGACION Y CÁLCULO DE LOS MUELLES.	25
5.6 HOMOLOGACION DEL BLOQUEO DE DIFERENCIAL.	30
5.7 HOMOLOGACION DEL PARACHOQUES DELANTERO.	32
5.7.1 HOMOLOGACION DEL CABRESTANTE DELANTERO.	35
5.7.2 HOMOLOGACIÓN MATRICULA DELANTERA REDUCIDA.	37
5.8 HOMOLOGACION SOPORTE RUEDA DE RECAMBIO TRASERA.	38
5.9 HOMOLOGACION DEL SNORKEL O TOMA ELEVADA.	41
5.10 HOMOLOGACION ESTRIBERAS.	44
5.11 HOMOLOGACION ANTIVUELCO EXTERIOR.	47
5.12 HOMOLOGACION DE LAS MODIFICACIONES INTERIORES.	52
5.12.1 SUSTITUCIÓN DE LOS ASIENTOS DELANTEROS.	52
5.12.2 INCORPORACIÓN DE ARNESES DE SEGURIDAD.	53
5.12.3. SUSTITUCIÓN DEL VOLANTE.	54
5.13 HOMOLOGACION DE LAS BARRAS DE LED Y LUZ DE TRABAJO.	57
6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE FRENADO.	59
7 CÁLCULO DEL NUEVO CDG.	67
7.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE VUELCO.	72
7.2 CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO.	73
8 CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS EN LOS EJES.	75
9 CÁLCULO DE LOS RODAMIENTOS DE LAS RUEDAS.	81
10 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL CHASIS DESPUES DE LAS REFORMAS.	85

11 NORMATIVA APLICABLE A LA REFORMA.	96
12 INVERSIÓN TOTAL REALIZADA.	98
13 CONCLUSIONES.	99
14 ANEXO.	100
15 BIBLIOGRAFÍA.	117

1.- ABSTRACT.

This thesis describes the modifications made to the vehicle and the requirements for its homologation.

Homologation is defined as the verification and testification, by a state agency that certain facts subject to established standards comply with the current regulations.

The work is divided into two big sections.

The first section is intended to explain the elements replaced, modified or installed, in order to improve the vehicle's mechanical and dynamic performance, appearance and safety. Together with each modification, the regulations that must be met for the car's homologation are explained.

The second section is where the calculations and studies carried out to guarantee the assembly and the structural and circulation safety of the vehicle, are shown.

RESUMEN.

En este trabajo se describen las modificaciones realizadas en el vehículo y los requisitos necesarios para su homologación.

Se define homologación como una comprobación y testificación, por un organismo estatal, que unos determinados hechos sujetos a normas preestablecidas cumplen con los requisitos indicados por la misma.

El trabajo está dividido en dos grandes bloques.

El primer bloque, está destinado a la explicación de los elementos sustituidos, modificados o instalados, con la finalidad de mejorar su rendimiento tanto mecánico como dinámico, la estética y la seguridad del vehículo. Junto a cada modificación, se explica la normativa que debe cumplir para su homologación.

El segundo bloque es el destinado a los cálculos y estudios realizados, para garantizar el montaje y la seguridad estructural y de circulación del vehículo una vez modificado.

2.- OBJETIVO.

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental es aprender a realizar la homologación de un vehículo todoterreno. Y en particular, tener una idea clara de los elementos que necesitamos incorporar a las modificaciones ya realizadas para poder llevar a cabo la homologación real de nuestro Land Rover Defender 90 TDI.

Las modificaciones realizadas durante estos últimos años se han llevado a cabo teniendo en cuenta la normativa vigente, ya que teníamos muy claro que queríamos circular con él por la vía pública y la única forma de poder hacerlo es homologándolo.

GOAL

The main goal of this project is to learn how to carry out the homologation of an off-road vehicle. Specifically, this goal involves having a clear idea of the elements that have to be incorporated to the modifications already made in order to get the homologation of our Land Rover Defender 90 TDI.

The modifications made in the last years have been carried out taking into account the current regulations. Since the final aim was to be able to drive the vehicle on public roads, the only way to achieve this goal is through the homologation of the car.

3.- MOTIVACION.

Aprender el proceso necesario para la homologación de vehículos comerciales.

La interpretación de las leyes que lo regulan, y así poder llevar a cabo los montajes adecuados a ellas.

MOTIVATION.

To learn the process for the homologation of commercial vehicles.

The interpretation of the laws that regulate the modifications of vehicles, and thus to be able to carry out changes in a vehicle that comply with it.

4.- CARACTERÍSTICAS ORIGINALES DE VEHÍCULO.

El vehículo al que se le han realizado todas las reformas es un Land Rover Defender 90 TDI variante LDVBF8.

Clasificación: vehículo mixto adaptable todo terreno.

Tipo de motor: Land Rover Mod. 200 tdi 16L

N.º de cilindros / Cilindrada: 4 / 2495

Potencia Máxima: 83kW a 4000 rpm.

Par Máximo: 26,7 daM·m a 1800 rpm.

Potencia fiscal: 15 C.V.F

Altura máxima: 1965 mm.

Ancho máximo: 1790 mm.

Ancho de vías: 1486 mm.

Longitud total: 3888 mm

Voladizo delantero: 890 mm.

Voladizo trasero: 727 mm.

Distancia entre ejes: 2360 mm

Tara: 1619 kg.

MMA total: 2400 kg.

MMA eje delantero: 1200 kg.

MMA eje trasero: 1380 kg.

Número de plazas: 2/7.

5.- DESCRIPCION DE LAS REFORMAS REALIZADAS EN EL VEHÍCULO.

- SUSTITUCION DEL MOTOR.
- MONTAJE DE BLOQUEOS DE DIFERENCIAL.
- MODIFICACIÓN DE LA SUSPENSIÓN.
- CAMBIO DE EJES POR UNOS DE NISSAN PATROL GR Y60.
- ADAPTACIÓN DE CARDAN DE DOBLE NUDO.
- MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE FRENADO.
- SUSTITUCION LLANTAS Y NEUMÁTICOS.
- INSTALACIÓN ALETINES.
- SUSTITUCIÓN DEL PARACHOQUES DELANTERO E INSTALACIÓN WINCH.
- SUSTITUCION DE LA MATRÍCULA DELANTERA.
- MONTAJE RUEDA DE RECAMBIO TRASERA.
- MONTAJE ANTIVUELCOS CON SOPORTE PARA JERRY-CANS Y PLANCHAS DE DESATASCOS.
- MONTAJE TALONERAS.
- MONTAJE SNORKEL.
- SUSTITUCIÓN DE ASIENTOS Y VOLANTE. INCORPORACIÓN ARNES DE SEGURIDAD.
- INSTALACIÓN BARRAS DE LED.
- INSTALACIÓN DE UN COMPRESOR DE AIRE.
- CONSTRUCCION E INSTALACIÓN DE CAJAS TRASERAS PARA ALMACENAMIENTO.

5.1.- SUSTITUCION DEL MOTOR.

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ORIGINAL.

Marca: Land Rover.

Tipo de motor: 200 tdi 16L.

Ciclo: Diesel

Combustible: Diesel

N.º de válvulas: 8

N.º de cilindros / Cilindrada: 4 / 2495

Potencia Máxima: 83kW a 4000 rpm.

Par Máximo: 26,7 daM·m a 1800 rpm.

Potencia fiscal: 15 C.V.F

Alimentación: mediante bomba rotativa de un solo pistón. Sistema de inyección directa. El circuito incluye un filtro previo de combustible. La bomba de inyección va asistida por una bomba cebadora arrastrada por el árbol de levas. Equipado con turbocompresor.

Sobrealimentación: por turbocompresor arrastrado por gases de escape. Modelo GARRET T25. E intercooler.

Bomba Inyectora: modelo BOSCH VE 4/11 F 2000 R 462, rotativa de un solo pistón con dispositivo de arranque en frío de mando manual. Incorpora corrector neumático de caudal.

Refrigeración: mezcla de agua más anticongelante por circuito cerrado, activada por bomba centrífuga e intercambiador de temperatura. Un termostato regula la temperatura del líquido. El ventilador de refrigeración es accionado por acoplamiento viscoso.

Distribución: Árbol de levas lateral arrastrado desde el cigüeñal por una correa dentada. Tensión de la correa asegurada por un rodillo tensor mecánico, montado con una excéntrica.

Lubricación: Sistema de lubricación a presión por bomba de engranajes y filtro, colocado en serie en el circuito. Los pistones se enfrían mediante surtidores de aceite fijados al bloque de cilindros.

Embrague: monodisco en seco, con mecanismo de diafragma y mando con cable.

Cambio de velocidades: manual de 5 velocidades. Modelo R3807 5.



1 Motor original.

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE SUSTITUCIÓN.

Marca: Land Rover.

Tipo de motor: 300 tdi 19L.

Ciclo: Diesel

Combustible: Diesel

N.º de válvulas: 8

N.º de cilindros / Cilindrada: 4 / 2495

Potencia Máxima: 90kW a 4000 rpm.

Par Máximo: 30 daM·m a 2000 rpm.

Potencia fiscal: 18 C.V.F

Alimentación: mediante bomba rotativa de un solo pistón. Sistema de inyección directa. El circuito incluye un filtro previo de combustible. La bomba de inyección va asistida por una bomba cebadora arrastrada por el árbol de levas. Equipado con turbocompresor.

Sobrealimentación: por turbocompresor arrastrado por gases de escape. Modelo GARRET T25. E intercooler.

Bomba Inyectora: modelo BOSCH R509/1, rotativa de un solo pistón con dispositivo de arranque en frío de mando manual. Incorpora corrector neumático de caudal.

Refrigeración: mezcla de agua más anticongelante por circuito cerrado, activada por bomba de turbina e intercambiador de temperatura. Un termostato regula la temperatura del líquido. El ventilador de refrigeración es accionado por acoplamiento viscoso.

Distribución: Árbol de levas lateral arrastrado desde el cigüeñal por una correa dentada. Tensión de la correa asegurada por un rodillo tensor mecánico, montado con una excéntrica.

Lubricación: Sistema de lubricación a presión por bomba de rotores y filtro, colocado en serie en el circuito, e intercambiador de temperatura. Los pistones se enfrían mediante surtidores de aceite fijados al bloque de cilindros.

Embrague: monodisco en seco, con mecanismo de diafragma y mando hidráulico.

Cambio de velocidades: manual de 5 velocidades. Modelo R3807 5.



2 Motor cambiado ya instalado en el vehículo.

En primer lugar, se desmonta el motor original, junto con la caja de cambios y la caja de transferencias. Se desmonta el intercambiador de agua, se sanea la zona del motor, quitar suciedad, ordenar cableado eléctrico. Instalar las tuberías del nuevo dispositivo de accionamiento del embrague.

El motor se adquiere en un centro de desguace certificado, procedente de un Land Rover Discovery II dado de baja definitiva.

Estos dos modelos comparten todo el tren de potencia, así como la transmisión, los diferenciales y los sistemas de alimentación de combustible, refrigeración del motor, etc.

El nuevo motor queda alojado en los mismos anclajes, por lo tanto, los soportes no necesitan ningún tipo de modificación especial en el compartimiento del motor, quedando en la misma posición que el original: longitudinal central y vertical. Se sustituyen todos los soportes del motor y de la caja de cambios (2x Ref. EM3014 + 2x Ref. EM1525).

La alimentación del combustible se deja igual.

El filtro de aire y las tuberías de admisión son las originales del defender 300 tdi.

En la zona delantera del motor, se coloca un radiador de agua de aluminio con las mismas medidas y los puntos de sujeción que el original. La posición y el intercooler son los originales. Se colocan los soportes y el nuevo radiador de aceite con sus respectivas tuberías (extraídas del vehículo donante).

Se monta el pedal del embrague de origen del defender 300 tdi, con la bomba de embrague original (Ref. EMB-550732G) y el bombín original en la caja de cambios (Ref. EMB-FTC5072). Se utilizan las tuberías del coche donante.

Se monta un kit de embrague nuevo (Ref. EMB-FTC575KIT).

Los colectores de escape y la línea de escape se mantienen la original con sus respectivos silenciadores.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Bombín de embrague.	13,03
Bomba de embrague.	62
Kit de embrague.	94,11
Soportes de motor.	28,84
Motor + Caja cambios.	650
Varios extraídos del desguace.	200
Revisión completa de filtros, aceite y anticongelante	120
TOTAL	1167,98
14 hs empleadas de mano de obra.	

Para efectuar la sustitución del motor se consulta en el MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I, EN EL APARTADO 2.3 UNIDAD MOTRIZ. Concluimos que son necesarios los siguientes documentos:

- Informe de conformidad.
- Certificado de taller.

5.2.- SUSTITUCION DE NEUMATICOS Y LLANTAS.

Se procede a la sustitución de los neumáticos las llantas de origen, por unos de las siguientes características:

Medida llanta origen: 15 X 7"

Medida neumáticos origen: 205/60 R15.

Medida llanta nuevas: 15 X 9"

Medida neumáticos nuevos: 35 X 12,5 R15

Código de velocidad: 113 Q (M+S).

Comparativa del tamaño del neumático:

TIRE SIZE CALCULATOR

GENERAL TIRE

General Grabber AT 2
35/12.5-R15
\$165 each

BFGoodrich

BFGoodrich All-Terrain
T/A KO
35/12.5-R15
\$185 each

[See All 35/12.5-15 Tires \(6\)](#)

[Tire Pressure Chalk Test](#)

[Understanding metric sizes](#)

Current Tire Size: 205 / 60 R 15

New Tire Size: 35 / 12.5 R 15

Your Calcs (x): 205 / 60-15 - 35 / 12.5-15

[Calculate](#)

☒ Side by side ☐ Overlay

205/60-R15 35/12.5-R15

	205/60-15	35/12.5-15	Difference
Diameter inches (mm)	24.69 (627)	35.03 (889.8)	10.35 (262.8) 41.9%
Width inches (mm)	8.07 (205)	12.52 (318)	4.45 (113) 55.1%
Circum. inches (mm)	77.55 (1969.78)	110.05 (2795.39)	32.5 (825.61) 41.9%
Sidewall Height inches (mm)	4.84 (123)	10.02 (254.4)	5.17 (131.4) 106.8%
Revolutions per mile (km)	817.02 (507.67)	575.71 (357.73)	-241.3 (-149.94) -29.5%

Forum embed code ? : [url=https://www.tacomaworld.com/tirecalc](https://www.tacomaworld.com/tirecalc)

Speedometer Difference

Speedo Reading	Actual Speed
20 mph (32.19 km/h)	28.38 mph (45.68 km/h)
25 mph (40.23 km/h)	35.48 mph (57.1 km/h)
30 mph (48.28 km/h)	42.57 mph (68.52 km/h)
35 mph (56.33 km/h)	49.67 mph (79.94 km/h)
40 mph (64.37 km/h)	56.77 mph (91.36 km/h)
45 mph (72.42 km/h)	63.86 mph (102.77 km/h)
50 mph (80.47 km/h)	70.96 mph (114.19 km/h)
55 mph (88.51 km/h)	78.05 mph (125.61 km/h)
60 mph (96.56 km/h)	85.15 mph (137.03 km/h)
65 mph (104.61 km/h)	92.24 mph (148.45 km/h)

Speedometer forum embed code: [url=https://www.tacomaworld.com/tirecalc](https://www.tacomaworld.com/tirecalc)

Gear Ratio / RPMs for New Tire (@ 65 mph)

2.35	2.73	2.94	3.07	3.21	3.31	3.42	3.55	3.73	3.91	4.11	4.27	4.56	4.88	5.13	5.29	5.38	5.71	6.17	7.17
1465	1702	1833	1914	2001	2064	2132	2213	2325	2438	2562	2662	2843	3042	3198	3298	3354	3560	3847	4470

[Better Fuel Economy](#) [Factory Ratios](#) [Increased Power](#)

3 Comparativa de los neumáticos.

Se realiza el montaje de los neumáticos en las llantas, y el conjunto en el vehículo.

Se comprueba que no sobresalen de la carrocería (sustitución de los aletines de origen, por unos + 200 mm).

Se comprueba que no provocan interferencias con ningún elemento mecánico.



4 Vista superior del neumático instalado.



5 Vista frontal del neumático instalado.

Los neumáticos son de la marca COOPER TYRES, Mod. Discoverer STT-PRO, están homologados y cumplen la directiva 92/23/CEE.

Las llantas son de chapa de acero de la marca FOUR WHEELER Mod. MODULAR-S.

Se debe montar unos aletines parafango detrás de las ruedas para evitar proyecciones.

Al aumentar la altura del vehículo, se debe montar una barra anti empotramiento trasera.

En este caso, al superar el 3% de tolerancia del diámetro exterior de la medida de origen, la modificación del código de velocidad y carga indicados en la tarjeta de la ITV, por el Real Decreto Ley 866/2010, la legalización debe ser **obligatoria**.

Primero se necesita el informe de conformidad según modelo del anexo II del Real Decreto 866/2010. Donde se debe asegurar la compatibilidad entre la llanta y el neumático.

El segundo documento necesario es un certificado de taller instalador, según el modelo del anexo III del Real Decreto 866/2010, expedido por un taller debidamente inscrito en el registro.

Se procede en montar una de las ruedas completas, neumáticos montados en la llantas e inflados a 2 bares, en uno de los bujes. Para ello se ubican en su posición, a continuación se apuntan las 6 tuercas y finalmente se aprietan con la pitola de impacto. Finalmente, con la utilización de una llave dinamométrica, se aprietan a un par de entre 118 a 147 N·m.

Este paso se repetirá para cada una de las ruedas.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Llantas de chapa (5 unidades).	668,15
Neumáticos (5 unidades).	1015
Montaje (15€ por rueda)	60
TOTAL.	1743,15
4 hs empleadas.	

ACCESORIO POR COCHE » NISSAN » Patrol GR Y60 [1988-1998] » Llantas & Tornillería para Nissan Patrol GR Y60 » Llantas ACERO para Nissan Patrol GR Y60



Compartir en



Llanta Acero Negro Nissan Patrol GR Y60/Y61

Four Wheeler. Medidas disponibles: 7x15 8x15 10x15 7x16 8x16

- Precio
- ☐ A1105N: 7x15 6x139,7 ET-16 +10.5cm 85,67 €
 - ☐ A1112N: 7x15 6x139,7 ET-20 +11cm 85,67 €
 - ☐ A1106N: 8x15 6x139,7 ET-25 +12.5cm 95,23 €
 - ☒ A1107N: 10x15 6x139,7 ET-44 +17cm 133,63 €
 - ☐ A1114N: 7x16 6x139,7 ET-10 +10cm 91,72 €
 - ☐ A1108N: 7x16 6x139,7 ET-16+10.5cm 94,14 €
 - ☐ A1109N: 8x16 6x139,7 ET-25 +12.5cm 103,46 €

IVA incluido

Marca **WHEELER**

Plazo de entrega 3-7 días

Cantidad

[Añadir al carrito](#)

[Añadir a favoritos](#)

6 Modelo y precio de las llantas instaladas.



Cooper Discoverer STT Pro 35X12.50R15 113Q

203 € online

★★★★★ 435 reseñas de producto

[Guardar](#)

[Explorar Neumáticos para automóviles »](#)

Cooper - Todoterreno

Cooper es el segundo mayor fabricante independiente americano y ocupa la cuarta posición en las preferencias de los consumidores en Estados Unidos. Esta marca, fundada en 1914 ha experimentado el más rápido desarrollo de todos los constructores implantados sobre suelo americano. Afincada en Findlay, Ohio, esta empresa que exporta hoy en día sus neumáticos a más de 60 países, se ha construido cuidadosamente una imagen dinámica e innovadora. Un neumático Cooper será equipado de acuerdo con los estándares más exigentes: componentes de silicio para aumentar la adherencia y potenciar la tracción o propulsión, estructuras de acero para reforzar la resistencia y un diseño a la altura de estas prestaciones técnicas. La minuciosidad es otra palabra clave: Cooper es conocido en el mercado por su manera de enfocar sus gomas. Dado que acaban de abrir una gran filial en China, los americanos han diseñado una nueva línea de neumáticos que responden a las condiciones de las carreteras específicas de este país. « menos

35/1250r15 113q - 203 €

7 Modelo y precio de los neumáticos instalados.

5.3.- INSTALACION DE ALETINES SOBREDIMENSIONADOS.

Para la homologación de los neumáticos anteriormente descritos, es necesaria la instalación de unos aletines sobredimensionados.

La finalidad de este elemento es cubrir el neumático para que no sobresalga de la carrocería, y así evitar las proyecciones de elementos que se puedan generar.

El ancho original del vehículo es de 1790 mm., con la instalación de los aletines sobredimensionados es de 1940 mm.

Para la homologación, consultamos el MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS II, EN EL APARTADO DE CARROSERIA 8.52.

El RD 866/2010 lo tipifica como reforma de importancia, ya que se modifica la anchura del vehículo. Para su homologación se debe indicar el material de fabricación y si es un elemento comercial o artesanal.

Al estar considerada como reforma, los documentos necesarios son:

- Certificado del taller instalador.
- Informe de conformidad.
- Proyecto técnico.



8 Aletín instalado.

Los aletines montados son de plástico ABS de la marca TERRAFIRMA Mod. TF110 universales, de 200 mm de ancho con contraseña de homologación.

TERRAFIRMA 4x4

Kit Aletines Terrafirma +2" (5cm.) para Def 90/110 (TF110)



Referencia **TF110**
 Marca: **TERRAFIRMA**
 Descripción: 8" (20cm) mas ancho que el aletín estandar. No son necesarios cortes.
 Dimensiones: 110*25*49cm
 Peso: 3000.00 g

Vehiculos compatibles:

Modelo	Motor	Año	Observ.
DEFENDER			90/110

225,00 €
 PVP Sin IVA
Añadir al carrito:
 Cantidad: **Añadir**
 Entrega en 6-7 días laborables

Terrafirma
 Servicio de Accesorios

9 Modelo y precio de los aletines instalados.

El montaje esta efectuado con 7 tornillos autoroscante de acero inoxidable en cada uno de los aletines.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Aletines sobredimensionados.	272,25
2,5 hs empleadas.	

5.4.- HOMOLOGACION CAMBIO DE AMORTIGUADORES

Una de las modificaciones más frecuentes en un todoterreno consiste en mejorar la suspensión para adaptarla a las superficies más complejas y abruptas.

Para elevar nuestro vehículo, la primera modificación fue optar por un kit de muelles y amortiguadores con una longitud +10 cm respecto a los originales. Además, sustituimos las torretas del amortiguador originales por unas tubulares más reforzadas.

Las primeras sensaciones con modificación de la suspensión eran buenas, el vehículo estaba mucho más alto y tenía un ángulo de ataque mucho más agresivo, pero lo notábamos muy inestable y en las curvas “barqueaba” demasiado.

Investigando un poco los amortiguadores que teníamos montados y comparándolos con otros disponibles en el mercado, observamos que las características eran muy parecidas, y que con el montaje de otros nuevos no solventaríamos el problema.

Llegamos a la conclusión de montar dos amortiguadores en cada una de las ruedas, para así poder asegurar que soportaríamos bien el incremento de la masa total.

Nuestro nuevo sistema de suspensión consiste en dos amortiguadores en paralelo para la suspensión delantera, aprovechando los puntos de fijación originales, y colocando uno paralelo al original, con nuevos puntos de anclaje soldados al eje y atornillados en la nueva barra de torretas del amortiguador.



10 Detalle del anclaje inferior del doble amortiguador.



12 Detalle del montaje superior del doble amortiguador.



11 Sistema delantero del doble amortiguador.

En el eje trasero, montamos dos en forma de "V" con un ángulo de 28° respecto a la vertical, uno ubicado en la posición de origen y el otro con un soporte soldado al eje y el anclaje en el chasis atornillado igual que el original. El muelle libre en el medio y la incorporación de unos conos metálicos para que hagan la función de centradores del muelle.



15 Detalle del anclaje inferior del doble amortiguador.



13 Sistema trasero del doble amortiguador.

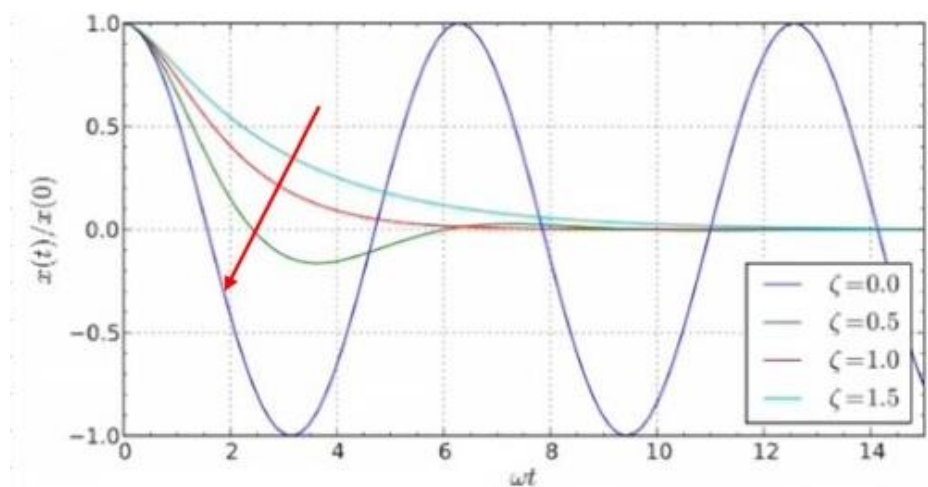


14 Detalle del anclaje superior del doble amortiguador.

Para poder llevar a cabo la homologación de nuestro sistema de doble amortiguador por rueda, debemos demostrar que, con el aumento de la masa del vehículo, la fuerza generada por un amortiguador no es suficiente para garantizar la seguridad en el vehículo.

Las gráficas que veremos a continuación, explicamos el comportamiento de los diferentes componentes que forman un sistema de amortiguación de un vehículo.

En la gráfica señalada, observamos cual sería el comportamiento del muelle, tanto en compresión como en expansión, si no tuviera ningún amortiguador en el sistema de suspensión.

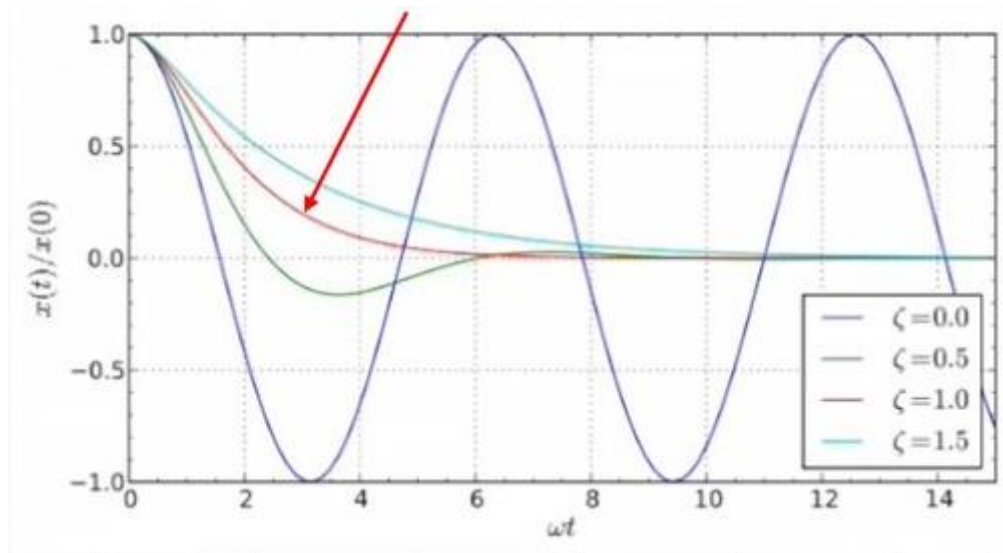


16 grafica del comportamiento de un muelle sometido a compresión y expansión.

Al pasar por un bache, el muelle comenzaría a oscilar y se iría deteniendo poco a poco.

Con la introducción de los amortiguadores en el sistema, conseguimos controlar las oscilaciones de la suspensión para ganar adherencia con la vía, se consigue una notable mejoría de la estabilidad en las curvas, se reduce la distancia de frenado y, además, el hecho de hacer la marcha más confortable al absorber las irregularidades del terreno.

La grafica que nos interesa estudiar es la siguiente:



17 Curva de amortiguación crítica.

Aquí observamos el coeficiente de amortiguación crítica ($\zeta = 1$), que es el grado de amortiguación que disminuye en el menor tiempo posible la oscilación.

Además, evitamos el efecto llamado “overshoot”, esto quiere decir que somos capaces de detener el sistema después de una oscilación y nos detenemos justo en la posición de reposo.

Para poder determinar si el sistema de suspensión con un solo amortiguador es suficiente con el incremento de peso del vehículo, tomamos los datos técnicos del amortiguador FOX serie platinum 2.0.

$$F = k * \Delta u$$

Donde la k es el coeficiente de amortiguación del amortiguador en $kg \cdot s/m$ y el incremento de velocidad en extensión Δu en m/s .

$$F = 500 * 0,7$$

$$F = 350 \text{ kg}$$

Si comparamos la fuerza obtenida, con la fuerza que debe ser capaz de soportar en el eje delantero que es de 510 kg.

Evidentemente la fuerza no es suficiente, por lo tanto, necesitamos montar otro amortiguado para poder soportar la masa.

Se construyen y sueldan los nuevos soportes en el eje, teniendo en cuenta la alineación con la barra de torretas doble.

Los amortiguadores usados son de la marca BRITPART de las series 6000.

$$F = 390 * 0,7$$

$$F = 273 \text{ kg}$$

$$\sum F_{AMORTIGUADORES} = 350 + 273 = 623 \text{ kg} > 510 \text{ kg}$$

A continuación, calculamos las fuerzas de los amortiguadores en el eje trasero.

Tenemos un montaje en V con un ángulo de 28° . El peso del eje trasero es de 1245 kg , quitando el peso de los elementos no suspendidos, obtenemos un peso en cada rueda de $537,5 \text{ kg}$.

$$F = k * \Delta u$$

Cálculo de los amortiguadores FOX:

$$F = 500 * 0,7 * \cos 28$$

$$F = 309,1 \text{ kg}$$

Cálculo de los amortiguadores BRITPART:

$$F = 390 * 0,7 * \cos 28$$

$$F = 241,1 \text{ kg}$$

$$\sum F_{AMORTIGUADORES} = 309,1 + 241,1 = 550,2 \text{ kg} > 537,5 \text{ kg}$$

Podemos concluir que necesitamos los dos amortiguadores en cada una de las ruedas, y lo conveniente sería que fueran iguales para asegurar que tienen el mismo comportamiento.

Los materiales instalados disponen de código de homologación.

- Kit se suspensión FOX SERIES 2.0, Ref. 980-24-887/8.
- 2 amortiguadores delanteros BRITPART, Ref. DC6000LL.C8.
- 2 amortiguadores traseros BRITPART, Ref. DC6004.
- 2 torretas tubulares para doble amortiguador BRITPART, Mod. DA6322.

Para la homologación la nueva suspensión, debemos comprobar que siga cumpliendo la directiva que afecta a los dispositivos de protección trasera. Consultamos el manual de reformas (RD866/2010), en el apartado 5.1, debemos cumplir la reglamentación 70/221/CEE.

Primero se necesita el informe de conformidad según modelo del anexo I del Real Decreto 2033/102/CE, referido a la protección de los peatones. Debemos cumplir la reglamentación CEPE/ONU 66R.

El segundo documento necesario es un certificado de taller instalador, según el modelo del anexo III del Real Decreto 866/2010, expendido por un taller debidamente inscrito en el registro.

Se procede a levantar la parte delantera del vehículo, apoyarla sobre un caballete y desmontar las ruedas. Sostener el puente delantero con el gato y apoyado en una madera.

Aflojamos la tuerca de fijación inferior del amortiguador. Recuperamos la arandela y los topes de goma. Desmontamos la fijación de la torreta del amortiguador al chasis.

Retiramos todo el conjunto de torreta y amortiguador.

Para el montaje, precedemos de forma inversa al anteriormente descrito.

Sustituimos los amortiguadores, la torreta y los anillos de goma los sustituimos por unos de poliuretano. La torreta de fijación superior la apretamos a 14 N·m. El amortiguador lo apretamos a 47 N·m. tanto la fijación inferior como la superior.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Kit de suspensión.	1200
Amortiguadores delanteros.	73,72
Amortiguadores traseros.	41,33
Torretas delanteras.	216
TOTAL	1531,05
22 hs empleadas.	



Kit 4 amortecedores Fox 2.0 IFP Reservat rio Performance

1 200,00 €

Cantidad

1

Añadir al carrito

Tamanho :

○ + 5 cm

○ + 7,5 cm

● + 10 cm

Referencia: 980-24-887/8

Kit 4 amortecedores Fox 2.0 IFP Performance Jeep

18 Modelo y precio del kit de amortiguadores.

Cellular Dynamic Steering Damper - Britpart DC6004

Prices displayed in:
☐ GB Pound ☒ Euro ☐ US Dollar ☐ AUD ☐ NZD
 See [here](#) for info on VAT & Exchange Rates.

34,44 € ex VAT

41,33 € inc UK VAT

In stock Most orders placed now ship tomorrow!

Quantity

1

Add To Cart

[Move to Wish List](#)[Price Match](#)

19 Modelo y precio de los amortiguadores delanteros.



SHOCK ABSORBER FOAM CELL +5

Part Number DC6000LL.C8

Weight (+ vol) 3.16 kg

Brand: BRITPART

Supplier: BRITPART

Quality: Replacement Part

Info: 2 YEAR WARRANTY

Availability: IN STOCK

Price: €60.93 excl VAT

€73.72 incl VAT

20 modelo y precio de los amortiguadores traseros.



Twin Shock Mount - Front

Be the first to review this product

£86.06 Inc. VAT: [INFO](#)£71.72 Ex VAT: [INFO](#)

PART NUMBER: DA6322

Special Order - 1-2 Days

Qty: 1



Add to Cart

FREE UK DELIVERY ON ORDERS OVER £60!

[ADD TO WISHLIST](#)BRITPART
The quality parts for Land Rover

21 Modelo y precio de las torretas de amortiguador.

5.5.- HOMOLOGACIÓN Y CÁLCULO DE LOS MUELLES.

Para la realización de estos cálculos, hemos tomado diferentes medidas de los muelles instalados.

CARACTERÍSTICAS DEL MUELLE.	
Longitud del muelle en vacío (L) = 420 mm.	
Diámetro interno del muelle (Di) = 120 mm.	
Número de espiras (Ne)= 11.	
Masa soportada eje delantero (Med)= 1160 kg.	
Carga soportada por muelle delantero (Qmd) = 5689,8 N.	
Masa soportada eje trasero (Met)= 1245 kg.	
Carga soportada por muelle trasero (Qmt) = 6106,7 N.	
Diámetro espira muelles (d) = 18 mm.	

22 Tabla con las características de los muelles del sistema de suspensión instalados.

Este muelle es 15 centímetros más alto que el muelle de origen. Además del aumento significativo de la altura total del vehículo, es vital, poder determinar si el muelle es adecuado para poder soportar el aumento del peso del vehículo.

Cálculo diámetro medio del muelle (D_m).

$$D_m = D_i + \frac{d}{2} = 120 + \frac{18}{2} = 129 \text{ mm}$$

Cálculo de la longitud del muelle (L).

$$L = \pi * D_m * N = \pi * 129 * 11 = 4458 \text{ mm}$$

Relación de compresión del muelle (W).

$$W = \frac{D_m}{d} = \frac{129}{18} = 7,2$$

Tensión de torsión del trabajo tangencial (σ_t).

$$\sigma_t = \frac{8 * Q * D_m}{\pi * d^3}$$

Tensión de torsión tangencial en la rueda delantera (σ_{td}).

$$\sigma_{td} = \frac{8 * 580 * 129}{\pi * 18^3} = 32,67 \text{ kg/mm}^2$$

Tensión de torsión tangencial en la rueda trasera (σ_{tt}).

$$\sigma_{tt} = \frac{8 * 622,5 * 129}{\pi * 18^3} = 35,06 \text{ kg/mm}^2$$

Tensión de torsión del trabajo cortante (σ_c).

$$\sigma_c = \left(\frac{0,615}{W} \right) * \sigma_t$$

Tensión de torsión cortante en la rueda delantera (σ_{cd}).

$$\sigma_{cd} = \left(\frac{0,615}{7,2} \right) * 32,67 = 2,81 \text{ kg/mm}^2$$

Tensión de torsión cortante en la rueda trasera (σ_{ct}).

$$\sigma_{ct} = \left(\frac{0,615}{7,2} \right) * 35,06 = 3,01 \text{ kg/mm}^2$$

Constante de elasticidad del muelle (k). Utilizando una constante elástica del muelle ($G=8100$ kg/mm)

$$k = \frac{G * d^4}{8 * D^3 * N_e} = \frac{8100 * 18^4}{8 * 129^3 * 9} = 4,50 \text{ kg/mm}$$

Deformación del muelle sometido a la compresión – expansión generado por el peso del vehículo (Y).

$$Y = \frac{8 * F * D_m^3 * N_e}{G * d^4}$$

En el eje delantero

$$Y_D = \frac{8 * 580 * 129^3 * 11}{8100 * 18^4} = 128,85 \text{ mm}$$

En el eje trasero

$$Y_T = \frac{8 * 622,5 * 129^3 * 11}{8100 * 18^4} = 138,3 \text{ mm}$$

Ángulo de giro del muelle con la aplicación del peso del vehículo (δ).

$$\delta = \frac{\sigma}{G}$$

En el eje delantero

$$\delta_D = \frac{32,67}{8100} = 0,0041 \text{ mm}$$

En el eje trasero

$$\delta_T = \frac{35,06}{8100} = 0,0043 \text{ mm}$$

Para la realización del cálculo de la fuerza del muelle, tomamos como referencia el recorrido del muelle una vez instalado en el vehículo con los limitadores de suspensión.

Los datos obtenidos en el eje delantero son:

$$h_0 = 360 \text{ mm}$$

$$h_{\text{limitador}} = 95 \text{ mm}$$

$$F = k * \Delta h = 4.5 * (360 - 95)$$

$$F = 1755 \text{ kg}$$

Los datos obtenidos en el eje delantero son:

$$h_0 = 510 \text{ mm}$$

$$h_{\text{limitador}} = 120 \text{ mm}$$

$$F = k * \Delta h = 4.5 * (510 - 120)$$

$$F = 1215 \text{ kg}$$

Estas es la fuerza que puede soportar el muelle una vez instalado en el vehículo con el recorrido limitado. Si recordamos que el peso eje delantero es de 1160 kg, es decir 580 kg sobre cada rueda delantera; y el peso del eje trasero de 1245 kg, es decir 622,5 kg sobre cada una de las ruedas traseras, podemos concluir que la elección de estos muelles es correcta.

Para la sustitución del muelle, debemos retirar el amortiguador y bajamos el gato hasta la altura necesaria para que el muelle salga.

Para poder realizar la homologación de la sustitución de los muelles, el RD 866/2010 lo tipifica como reforma de importancia, ya que se modifica la altura del vehículo. Para su homologación se debe indicar el código de homologación del muelle y su altura total.

Al estar considerada como reforma, los documentos necesarios son:

- Certificado del taller instalador.
- Certificado de conformidad.
- Proyecto técnico.

Se instalan los muelles en su sitio original. Se montan los conos centradores.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Kit de muelles	127,30
Conos centradores	84,99
TOTAL.	212,30
3,5 hs empleadas.	



MUELLE IRONMAN CONSTANT LOAD

Suspensión - Muelle IRONMAN CONSTANT LOAD delantero +40mm.
LAND ROVER DEFENDER 90.


SMI-IM-LAND005B Nuevo

105,20 € (+ IVA)
105,20 € Por unidad

1 + - [AÑADIR AL CARRITO](#)

23 Modelo y precio del kit de muelles.

ACCESORIO POR COCHE » LAND ROVER » Defender [1984-2015] » Accesorios Suspension para Defender



Conjunto de conos de guiado de muelles traseros

Pareja de conos

Precio ☐ TF510 83,78 € ☒ TF511 84,99 €
IVA incluido

Marca **Terrafirma**

Plazo de entrega 48 horas

Cantidad

[Añadir al carrito](#) [Añadir a favoritos](#)

Compartir en

[f](#) [t](#) [e](#) [p](#) [+](#)

Detalles

Fabricados en acero zincado
Disponible:
TF510 Valido para Defender 90 Discovery I Range Rover Classic
TF511 Valido para Defender 110 130

24 Modelo y precio de los centradores de muelle de suspensión.

5.6.- HOMOLOGACION DEL BLOQUEO DE DIFERENCIAL.

En condiciones normales de trabajo, el diferencial del eje trasero o delantero permite que una rueda en el eje gire más rápidamente cuando es necesario, por ejemplo, al tomar una curva la rueda externa a la curva gira a mayor velocidad que la interna porque su recorrido es mayor.

El diferencial funciona perfectamente cuando las dos ruedas están en contacto con el terreno, sin embargo, si alguna de ellas pierde el contacto, la tracción irá a esa rueda haciendo que esta patine, mientras que la otra que mantiene el contacto con el terreno permanecerá inmóvil sin producir movimiento en el vehículo debido a la falta de tracción.

Con el bloqueo de diferencial activado, el eje funciona como un eje rígido, haciendo que la tracción se distribuya entre las dos ruedas un 50% para cada una de ellas y eliminando la función del diferencial.

En nuestro caso, disponemos de un bloqueo de diferencial mecánico, accionado neumáticamente en cada uno de los ejes. El bloque trasero es el original y en el eje delantero montamos un bloqueo ARB.

Para la homologación, consultamos el MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I, EN EL APARTADO DE TRANSMISIÓN 3.4.

El RD 866/2010 lo tipifica como reforma de importancia, ya que se modifica el funcionamiento original de un sistema. Para su homologación se debe indicar el material de fabricación y si es un elemento comercial o artesanal.

Al estar considerada como reforma, los documentos necesarios son:

- Certificado del taller instalador.
- Certificado de conformidad.



25 Bloqueo de diferencial instalado en el eje trasero.

Montamos un bloqueo de diferencial en el eje delantero de la marca ARB, Mod. H2338B, en nuestro caso el diferencial es de 31 estrías.

ACCESORIO POR COCHE » NISSAN » Terrano I/II [1986-2006] » Bloqueos de Diferencial para Nissan Terrano I/II



Compartir en



Bloqueo ARB RD136 Nissan Patrol Y61, H233B 31 Estrías

Valido para eje delantero Nissan Patrol Y61 [1998-]. (EN EL PRECIO SOLO SE INCLUYE UN DIFERENCIAL), es contractual

Precio ~~1.333,15 €~~ **839,89 €** IVA incluido OFERTA

Marca **ARB**

Plazo de entrega Bajo pedido

Cantidad

Añadir al carrito

Añadir a favoritos

26 Modelo y precio del bloque de diferencial instalado.

El montaje se realiza como indica el fabricante en las instrucciones proporcionadas. Se monta todo el sistema neumático para su utilización.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Bloque de diferencial.	839,89
Sistema neumático (inc. compresor aire, electroválvulas, tuberías, racords, etc)	380
Sustitución de la valvulina.	35
TOTAL	1245,89
12 hs empleadas con el montaje del compresor de aire incluido.	

5.7.- HOMOLOGACION DEL PARACHOQUES DELANTERO.

Hemos realizado la sustitucion del parachoques delantero para el montaje del winch. Este cambio es necesario ya que el parachoques nuevo ya tiene predispuesto la zona de anclaje del cabestrante, junto con el soporte para unos faros auxiliares y una zona reforzada para poder extraer el vehículo en caso de tener que ser remolcado.

Ventajas de la sustitucion del parachoques:

- La posibilidad de monar cabrestante o "winch".
- El nuevo paragolpes es mas fuerte.
- Este diseño presenta un mejor angulo de ataque frontal.
- Esta diseñado para soportar todo el peso del vehñiculo.
- Es difícil de romper, pero si se daña se puede reparar.

Desventajas de la sustitucion del parachoques:

- Incremento de peso en el eje delantero.
- Se debe ajustar o modificar la suspensión delantera.

El paragolpes instalado esta diseñado y construido de modo que no existen aristas cortantes ni radios de curvatura inferior a 5 mm.

Esta construido con seccion tubular circular y no presentan aristas cortantes en caso de atropello.

Para el anclaje del parachoques delantero, se han empleado un total de 6 pernos DIN 931/8.8, ISO 4014 de M12 x 1,25 y dureza de 8.8 anclado en los largueros del chasis utilizando los orificios existentes del parachoques extraido.

TUBULAR WINCH BUMPER WITH 'A' BAR



BA 5675A

Silver with black bash-plate to fit Defender.

BA 5676A

Black with silver bash-plate to fit Defender.

27 Modelo del parachoques delantero instalado.

El paragolpes montado es de la marca TRIAL XTREM Mod. ba5676a.

En la actualidad la sustitucion o modificacion del parachoques se debe homologar obligatoriamente con el fin de respetar y mejorar la seguridad de los peatones para que, en caso de colicion, se reduzcan el numero de lesiones y para aumentar la seguridad del vehículo mediante medidas de seguridad pasiva.

Se efectua una sustitucion del parachoques delantero, retirando el parachoque original y montando el anteriormente mencionado.

Todas las defensas deberan presentar declaracion de conformidad CEE del fabricante y cumplir con todos los puntos de la directiva 2005/66/CE, y la directiva 2003/102/CE sobre la seguridad de los peatones.

Para llevar a cabo dicha homologación, debemos presentar:

- Certificado de conformidad del fabricante.
- Certificado de montaje del taller.

Cálculo de la resistencia de los tornillos de fijacion del parachoque.

El peso del parachoque es de 18 kg.

El peso del winch o cabestrante con cable de plasma es de 28 kg.

El peso de la barra de led y los elementos de enganche es de 10 kg.

Carga que soporta el parachoques (CSP) es de 38 kg.

Tension cortante soportada por los tornillos (TC):

$$TC = \frac{CSP}{Area_{pernos}} = \frac{38}{\pi * 0,6^2} = 33,6 \text{ kg/cm}^2$$

Podemos concluir que la tension cortante que soportan los tornillos es inferior a la minima tension cortante del acero del que estan contruidos, en este caso de 3100 kg/cm^2 .

El apriete de los tornillos se a efectuado con una llave dinamometrica a 100 Nm, y se recomienda el reaprite de estos elementos a los 1000 km o a las 6 semanas desde su montaje.




28 Parachoques instalado en el vehículo.

En el apartado 10 del presente proyecto, se ha realizado el cálculo del reparto de masas y la idoneidad de los ejes para soportar el aumento del peso del parachoques.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Paragolpes delantero.	429,01
3 hs empleadas.	



Carrito: 0 productos

[Inicio](#)
[Desatasco](#)
[Cabrestantes](#)
[Camper](#)
[Offroad](#)
[Suspensión](#)
[Electricidad](#)
[Iluminación](#)
[Interior](#)
[Ruedas](#)
[Varios](#)


BUSCAR POR

MARCAS

MODELOS

TIPOS

ACCESORIO POR COCHE » LAND ROVER » Defender [1984-2015] » Paragolpes para Defender



Paragolpes Delantero Tubular con defensa y soporte winch Land Rover defender

Con soporte de winch

Precio ☒ Paragolpes 429,01 € ☐ Paragolpes+AC soportes 448,99 €
IVA incluido

Marca **TRIAL XTREME**

Plazo de entrega 3-7 dias

Cantidad

[Añadir al carrito](#) [Añadir a favoritos](#)

Compartir en

[f](#) [t](#) [e](#) [p](#) [+](#)

Detalles

100 % fabricado en la EU.
Tubo principal de 76 mm, defensa 60 mm
2 Agujeros para la elevacion por el gato original , o Hi-lift con accesorio para Land Rover
Protector en Aluminio perforado
Compatible con la mayoría de cabrestantes del mercado
Valido para todos los modelos sin Aire Acondicionado , para modelos con AC , necesario soportes.

29 Precio del parachoques instalado.

5.7.1.- HOMOLOGACION DEL CABRESTANTE O WINCH DELANTERO.

El cabrestante o winch, tiene la finalidad de remolcar el vehículo cuando este se queda atrapado en una zona, ya sea por barro acumulado, suelos deslizante o un desnivel pronunciado, y este no pueda salir por sus propios medios.

El conjunto vehículo y cabrestante tendra que cumplir con las siguientes normativas de aplicación:

- La directiva 2006/42/CE, relativa a maquinas.
- La directiva 2004/42/CEE en materia de compatibilidad electromagnética.
- La instrucción SIE/2009/4 de aplicación en todos los mecanismos montados en vehículos.

Para poder efectuar la homologacion debemos cumplir la normativa de aristas cortantes.

El cabrestante escogido es de la marca STEALTH de 13000 lbs de arrastre.

Para el montaje del cabrestante, se han empleado un total de 4 pernos DIN 931/8.8, ISO 4014 de M12 x 1,25 y dureza de 8.8 anclado en el alojamiento que dispones el parachoques.

En la parte eléctrica, la alimentacion del cabestrante se efectua a traves de un cable electrico de cobre con una seccion de 35 mm^2 , ya que el consumo estimado osila ente los 80-450 A.

El alternador de origen del vehículo puede generar 95 A/h y se coloca una bateria de gel de la misma magnitud.

El propio cabrestante dispone de un contactor electrico para poder ser pilotado por los 12 VDC del vehículo, y asi poder soportar los consumos electricos elevados.

El circuito electrico esta protegido con un fusible de 40 A.

Ademas se monta un dispositivo cortacorriente, situado al alcance del conductor, para que en caso de necesario se pueada desconectar el sistema electrico.



30 Winch instalado en el vehículo.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Cabrestante 13000 lbs.	365,00
Materiales varios instalación.	85,00
TOTAL	450,00
7,5 hs empleadas.	

SAHARA 4X4

Buscar aquí...

Carrillo: 0 productos

Inicio Desatascos Cabrestantes Camper Offroad Suspensión Electricidad Iluminación Interior Ruedas Varios

BUSCAR POR

MARCAS MODELOS TIPOS

Cabrestantes electricos - Cabrestantes Warrior

STEALTH

Cabrestante STEALTH 13000Lbs 5897Kg 12v

CERTIFICADO CEE CABLE DE ACERO 9.2mm x 26 metros Diseñado y testado en Inglaterra.

Cabrestante STEALTH 13000Lbs 5897Kg 12v tiene una valoración de 9,43 sobre 10 sobre 7 opiniones de clientes.

★★★★★

9.4/10 [ver las opciones](#)

Precio ~~540,49€~~ **365,00 € IVA incluido** **OPORTA**

Marca

Plazo de entrega 24 horas

Cantidad

[Añadir al carrito](#) [Añadir a favoritos](#)

Compartir en

f 1.3K t e p + tu

Detalles

STEALTH WINCH 13000lb (5.897Kg) 12v

Nuevo modelo de cabrestante STEALTH 13000Lbs, mas robusto y resistente que cualquier otro modelo de su precio, este cabrestante se diseñó para usarlo en competiciones de 4x4, por eso podemos asegurar que relacion calidad precio es uno de los mejores cabrestantes del mercado. Su diseño reforzado, sus impresionantes prestaciones hacen de este cabrestante una compra asegurada.

Cabrestante de tamaño compacto, potente motor de 5.6hp y con una capacidad de arrastre de 5.897 kg.

Engranajes internos de gran calidad y juntas internas reforzadas.

Accesorios incluidos

- 9.2mm x 26m cable de acero galvanizado
- Mando con cable 3 metros
- Guia de rodillos super reforzados
- Cables de batería super reforzados
- Isolation switch
- Gancho semi profesional Clevis

Características técnicas:

- Freno de carga completa
- Motor impermeabilizado de alta potencia 5.6 Hp de potencia
- Tambor reforzado heavy duty (no welds)
- Planetarios en acero
- Conectores HD
- Mando por cable de 3 mts
- Mando a distancia wireless
- Caja de rolos Impermeabilizada 500 Amp.

Arrastre maximo : 13000lbs(5.897kg)

Motor: 12v : 5.6hp

Reduccion: 196:1

Funcion de freno Freno automatico en el tambor

Medida del tambor 63 x 22.4mm

Medida del cable : 9.2mm x 26m

Medidas 548 x 158 x 270mm - Peso total con caja 42,10 Kilos

31 Características del winch instalado.

En el apartado 10 del presente proyecto, se ha realizado el cálculo del reparto de masas y la idoneidad de los ejes para soportar el aumento del peso del winch.

5.7.2.- HOMOLOGACION MATRICULA DELANTERA REDUCIDA.

Debido a las modificaciones anteriormente descritas, la sustitucion del parachoques y la instalacion del winch, nos encontramos con que no disponemos de emplazamiento original de la matricula identificatoria del vehículo.

Para poder cumplir con la legislacion vigente, se opta por montar una placa de matricula reducida de 340x110 mm en el parachoques delantero zona central como se observa en la imagen.



32 Nueva ubicación de la matricula delantera.

Para llevar a cabo dicha homologación, debemos presentar:

- Certificado de conformidad del fabricante.
- Certificado de montaje del taller.

Para poder efectuar este cambio, debemos cumplir con el apartado del Real Decreto RD866/2010 1.3 cambio de emplazamiento de la placa de matricula 70/222/CEE.

El emplazamiento de la placa de matricula deberá ser fijo. No se admitirá la instalacion de la placa de matricula si puede modificarse su posicion o inclinacion.

5.8.- HOMOLOGACION SOPORTE RUEDA DE RECAMBIOS TRASERA.

Al cambiar los neumáticos por unos de mayores dimensiones, no encontramos con que la nueva medida no cabe en el alojamiento original de la rueda de recambios.

Se opta por montar un soporte externo, ubicado en la parte trasera del vehículo, anclado al parachoques y a la carrocería.

Esta opción es la más adecuada, ya que no quitamos espacio en el interior y además está ubicado en una zona accesible en caso de necesidad.



33 soporte de la rueda de recambios instalada en el vehículo.

Por estas razones, también optamos con el soporte que lleva incluido la sujeción del Hi-Lift.

Esta estructura debe presentar la declaración de conformidad CEE del fabricante y cumplir con todos los puntos de la directiva 74/843/CEE referida a los salientes exteriores y el reglamento CEPE/ONU 66R referido a la resistencia de la estructura.

Para llevar a cabo dicha homologación, debemos presentar:

- Certificado de conformidad del fabricante.
- Certificado de montaje del taller.

Se monta un soporte de rueda de recambios marca Trial Xtreme Mod. BA 132B, con código de homologación europea.

Exterior Styling CONTINUED**SPARE WHEEL CARRIER**

Bearmach spare wheel carriers are sturdily mounted to the chassis to ensure minimum strain on rear door and hinges. Opens with rear door and can be used with our bumperettes.



BA 132
Spare Wheel Carrier.
(Not for use with soft top vehicles).

BA 132B
Spare Wheel Carrier as above but for use on soft top.
Not fixed to door.



34 Modelo del soporte de rueda instalado.

Para el montaje del soporte en el vehículo, se utilizan tornillos M8 con una dureza de 8.8, montados con arandelas y tuercas autoblocantes. Esta fijado en el parachoques y en el nervio de la carrocería junto a la puerta trasera. No se monta sobre las bisagras originales para no sobrecargarlas.

Es necesario realizar nuevos taladros en el parachoques y en la carrocería, que se realizan respetando las distancias mínimas entre ellos según las normas de ejecución expuestas en los anexos.



35 Detalle del montaje del soporte de la rueda de recambio.

Estimación del precio y el tiempo empleado en su instalación.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Precio soporte.	499,00
5,5 hs empleadas.	

ACCESORIO POR COCHE » LAND ROVER » Defender [1984-2015] » Porta rueda trasero para Defender



Compartir en



Soporte de Rueda trasero Defender (soporte hilift opcional)

DEFENDER 90/110/130, Seleccione el año del vehículo y soporte de hilift opcional

Precio

☒ Hasta 2002 499,00 €
☐ Hasta 2002 + soporte hilift 594,00 €
☐ Desde 2002 499,00 €
☐ Desde 2002 + soporte hilift 594,00 €
 IVA incluido

Marca **TRIAL XTREME**

Plazo de entrega 3-7 días

Cantidad

Detalles

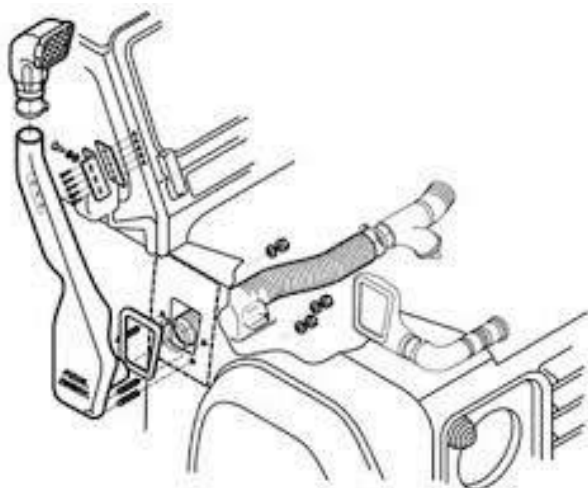
Soporte de rueda fabricado en acero , se puede poner como extra el soporte de Hi-Lift

36 Precio del soporte de la rueda de recambio.

5.9.- HOMOLOGACION DEL SNORKEL O TOMA ELEVADA.

Un snorkel o toma de aire elevada, es muy útil si nuestra intención es cruzar un río. La aspiración del aire del motor se realiza por la extremidad superior del tubo, ubicada generalmente en la zona del techo.

Para el montaje de este elemento se aprovecha un orificio en la aleta delantera derecha, para poder unir el filtro de aire original del vehículo con la toma elevada. Además de un soporte fijado en las barras antivuelco necesarios para su sujeción, y orificios de 8mm en la aleta.



37 Detalle del montaje de la toma elevada.

La incorporación de un snorkel en el vehículo se considera reforma y se tiene que homologar.

Para la homologación es necesario:

- Certificado de conformidad del fabricante.
- Certificado de montaje del taller.

El snorkel que se ha montado es de la marca MANTEC Mod BA 2123.

Off Road Protection CONTINUED

RAISED AIR INTAKES



Fitting a raised air intake and wading kit to your vehicle means cleaner air in dusty conditions and improved wading ability in wet or flooded conditions.



Ref No	Vehicle	Brand
BA 2123	300/TD5 DEF	Plastic (BM)
BA 212307	TD4 DEF 07	Safari
BA 2123A	TD5 DEF RHD ABS	Safari
BA 2123AM	300/TD5 DEF	Metal (BM)
BA 2123S	300/TD5 DEF	Safari
BA 2124	200 TDi DEF & Turbo Diesel	Plastic (BM)
BA 2124A	200 TDi DEF & Turbo Diesel	Metal (BM)
BA 2124S	200 TDi DEF & Turbo Diesel	Safari
BA 2127A	V8 Def (no roll cage)	Plastic (Safari)
BA 2123SH	3 1/2" Air Ram Replacement	Safari
BA 2124H	3" Air Ram Replacement	Safari

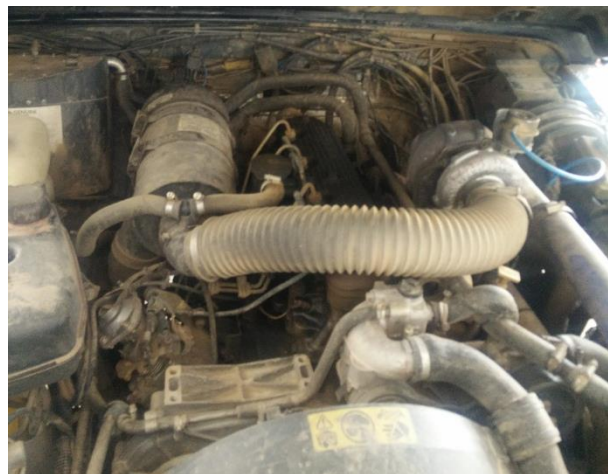
38 Modelo de la toma elevada instalada.

Se consulta el Real Decreto 866/2010, Acta reglamentaria 8 y se deben cumplir la siguiente reglamentación:

- 8.50. Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero.
- 8.51. Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo.
- 8.52. Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo.
- 8.53. Instalación o desinstalación de una estructura de protección contra el vuelco (ROPS).
- 8.54. Instalación o desinstalación de una estructura de protección frente a la caída o penetración de objetos (FOPS/OPS).
- 8.60. Sustitución o modificación del carrozado de un vehículo.
- 8.61. Instalación o desinstalación de plataformas elevadoras, así como trampillas o rampas.



39 Toma elevada instalada en el vehículo.



40 Detalle de las tuberías para la instalación de la toma elevada.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Snorkel.	131,77
Kit de manguitos.	30,54
TOTAL	162,31
5 hs empleadas.	

ACCESORIO POR COCHE » LAND ROVER » Defender [1984-2015] » Snorkel Tomas Elevadas para Defender



Compartir en



Snorkel para Defender 90/110/130 toma lateral

Motores 300 Tdi, Td5

Precio **131,77 € IVA incluido**

Marca **MANTEC**

Plazo de entrega 3-7 días

Cantidad

Añadir al carrito

Añadir a favoritos

Detalles

Las tomas de aire elevadas aseguran la entrada de aire más limpio al motor en condiciones de conducción polvorientas, y mejoran la capacidad de vadeo en condiciones de lluvia e inundaciones. Están fabricadas bajo los más altos estándares de calidad y durabilidad. Cada unidad se suministra con instrucciones de montaje y anclajes lo que asegura la estanqueidad, estética y duración a largo plazo.

41 Precio de la toma de aire elevada.

5.10.- HOMOLOGACION ESTRIBERAS.

Las estriberas tienen varios usos o finalidades. Uno de ellos es la de facilitar la subida al vehículo. También sirven como protección de los bajos del vehículo a la hora de sortear desniveles. Y también son utilizados para la elevación, con un gato Hi-Lift, en caso de tener que levantarlo para sustituir una rueda.

En nuestro caso, son estriberas construidas con un tubo de acero cuadrado de 60X60mm y una longitud total de 1420 mm con los orificios para el gato Hi-Lift y puntas recortadas. La sujeción al coche se efectúa con un brazo construido con un perfil "L" de acero AISI 316 y un espesor de 10mm.

Para el anclaje de las estriberas se emplean 2 tornillos en los extremos de M10 X 1,25 y dureza 8.8 fijados con tuercas autoblocantes.



42 Detalle del montaje de las estriberas.

No es necesario el desmontaje de ninguna pieza.

Las estriberas instaladas no presentan aristas cortantes ni radios de curvatura inferior a 5mm. Tampoco presentan aristas vivas que puedan presentar un riesgo de lesiones en caso de impacto con peatones.

Cálculo de la resistencia de los anclajes de las estriberas.

El peso de las estriberas es de 6,4 kg. Suponemos que se sube una persona con un peso estimado de 75 kg.

$$\text{Carga soportada po la estribera} \rightarrow CSP = 6,4 + 75 = 81,4 \text{ kg}$$

Tensión cortante soportada por los pernos.

$$TC = \frac{CSP}{Area_{pernos}} = \frac{81,4}{\pi * 0,6^2} = 71,9 \text{ kg/cm}^2$$

Podemos concluir que la tension cortante que soportan los tornillos es inferior a la minima tension cortante del acero del que estan contruidos, en este caso de 3100 kg/cm^2 .

El apriete de los tornillos se a efectuado con una llave dinamometrica a 100 Nm, y se recomienda el reaprite de estos elementos a los 1000 km o a las 6 semanas desde su montaje.

En el apartado 10 del presente trabajo, se ha realizado el cálculo del reparto de masas y la idoneidad de los ejes para soportar el aumento del peso de las estriberas.

El montaje de las estriberas se realiza en los nervios de la carrocería y no directamente al chasis del vehículo.

Para llevar a cabo dicha homologación, debemos presentar:

- Certificado de conformidad del fabricante.
- Certificado de montaje del taller.
- Proyecto técnico.



43 Estriberas instaladas en el vehículo.

Para poder efectuar este cambio, debemos cumplir con el apartado 8.52 del Real Decreto RD866/2010, refiriendo a las reformas que afectal al acondicionamiento exterior de los vehículos. Incorporacion de elementos en el exterior del vehículo.

La estriberas utilizadas son de la marca Terrain Tech, modelo BA 110, con contraseña de homologación.

ROCK GUARDS

Similar to our sill protectors (BA 2059), but made from galvanised box section, specially for the Off-Road enthusiast.

Replaces aluminium sill and bolts directly onto chassis and is more than able to support the weight of the whole vehicle. The galvanised finish can be painted to match the colour of your vehicle.



BA 109 To suit Defender 90, Black Powder Coated.

BA 109G To suit Defender 90. Galvanised.

BA 110 To suit Defender 110, Black Powder Coated.

BA 110G To suit Defender 110. Galvanised finish.

BA 109T / BA 109TG / BA 110T / BA 110TG

As above but including jacking points.

45 Modelo de estriberas instaladas.



Land Rover Defender 110
Bearth Rock Sliders
Black | BA 110

£161.58 Incl. VAT

WAS £182.58

44 Precio de las estriberas instaladas.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Estriberas.	187,26
4 hs empleadas.	

5.11.- HOMOLOGACION ANTIVUELCO EXTERIOR.

Las barras antivuelco están consideradas como un elemento de seguridad pasiva en el vehículo.

No deben obstaculizar el correcto funcionamiento de los elementos de seguridad activos o pasivos que dispone el vehículo de serie.

Es necesario tener en cuenta el aumento del peso con su instalación, ya que entre la tara del vehículo y la masa máxima autorizada existe una diferencia de peso para la utilización de las plazas y de la carga, y garantizar que no hay exceso de peso en los ejes o el chasis.

En nuestro caso, optamos por unas barras exteriores por los siguientes motivos:

- Minimizar los posibles daños que puedan sufrir los ocupantes del vehículo, evita en gran medida el riesgo de atrapamiento de los ocupantes a causa de la deformación de la carrocería en caso de accidente.
- Obtenemos una protección extra a la carrocería del vehículo en caso de pequeños vuelcos o golpes sufridos al circular por vías o caminos en mal estado.
- No quitamos espacio en el interior del vehículo.



46 Barras antivuelco montadas y pintadas.

Las barras deben estar formadas por una estructura tubular con tubos de acero y sección circular, formada por arcos y tirantes atornillados o soldados entre si y unidos a la carrocería o chasis del vehículo.

Para la elección de acero estuvimos informándonos a través de internet y con varios comercios de la zona. Finalmente optamos por un acero F222 (25CrMo4), que es de los considerados de alta resistencia y muy utilizado para esta finalidad.

PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ACERO F222.	
Densidad.	7850 Kg/m ³
Módulo de Young.	205000 MPa
Límite de Tensión.	900 a 11000 MPa.
Límite Elástico.	695 MPa.
Resistencia mínima Tracción.	350 MPa.
Elongación.	12%
Resistencia al Impacto.	0,7 J/cm
Temperatura de Fusión.	1500 °C

Nuestra elección es la de soldar los tubos con una maquina MIG de hilo continuo y aportación de una atmosfera de gas inerte. Para este trabajo, contamos con la ayuda de un amigo nuestro que es soldador. El resultado final fue excelente.



47 Detalle de la unión soldada.

Como se puede apreciar en la imagen, se suelda todo el perímetro del tubo con la mayor penetración posible.

La unión de las barras con el coche la realizamos con la utilización de tornillos con una dureza no inferior a 8.8 y un métrico de 10 mm. Esta fue nuestra elección, ya que al evitar la soldadura en este punto evitamos debilitar el material base debido a la aportación de temperaturas elevadas. Los tornillos están fijados con un par de apriete de 50 N/m.

Debemos soldar una platina al final de cada uno de los tubos, que sirven de unión entre el vehículo y las barras, lo suficientemente grandes para repartir, de forma adecuada, los esfuerzos producidos en caso de accidente.

En nuestro caso se consiguió la unión por medio de las taloneras y del parachoques trasero.



48 Detalle de la fijación del antivuelco.



49 Detalle de la fijación del antivuelco.

Además, se refuerza la unión de la carrocería con las barras. En la parte trasera, debajo de la zona de carga, se unen mediante una platina y 6 tornillos de M8 x 25mm de dureza 8.8 con tuercas autoblocantes. Los tornillos están fijados con un par de apriete de 27 N/m.



50 Detalle de la fijación del refuerzo.

Las barras exteriores deben cumplir con la normativa de salientes exteriores.

Deben tener formas redondeadas y sin aristas ni cantos vivos.



51 Primer montaje de las barras antivuelco.

Aprovechando la estructura, se fabrican soportes para las planchas de desatascos y las Jerry-cans (depósitos adicionales de combustible).



52 detalle de los soportes de las planchas de desatascos.



53 Detalle de los soportes para los depósitos auxiliares de gas-oil.

No deben tapar u obstruir la apertura de ninguna puerta.

No deben impedir ni obstaculizar la visión a través de los cristales ni de los espejos retrovisores.



54 Barras antivuelco instaladas en el vehículo.

Para la homologación de las barras antivuelco, consultamos el manual de reformas (RD866/2010), en el apartado 8.51.

Primero se necesita el informe de conformidad según modelo del anexo I del Real Decreto 2033/102/CE, referido a la protección de los peatones. Debemos cumplir la reglamentación CEPE/ONU 66R.

El segundo documento necesario es un certificado de taller instalador, según el modelo del anexo III del Real Decreto 866/2010, expedido por un taller debidamente inscrito en el registro.

Las barras antivuelco son de la marca AFN Mod. 189.10029

Catálogo ► Land-Rover ► Defender 90 200/300 TDI [1984 - 1998] ► Rollbars



AFN
4x4 accessories

189.10029

Rollbar (barras antivuelco) exterior completo en tubo negro Ø40mm (sólo para carrocería corta con techo metálico) (necesita taloneras 189.10024 o 189.10025)

Nota: * Referencia bajo pedido

Vehículos compatibles:

- » Land-Rover Defender 90 200/300 TDI [1984 - 1998] (necesita taloneras 189.10024 o 189.10025)
- » Land-Rover Defender 90 TD5/TD4 [1998 -] (necesita taloneras 189.10024 o 189.10025)

55 Modelo de la barra antivuelco instalada.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Antivuelco	1785,30
15 hs empleadas.	

5.12.- HOMOLOGACION DE LAS MODIFICACIONES INTERIORES.

5.12.1.- SUSTITUCIÓN DE LOS ASIENTOS DELANTEROS.

Los asientos son el elemento de unión entre el conductor y el vehículo. En nuestro caso, decidimos sustituir los asientos originales por uno de corte más deportivo que ofrece mayor agarre.

Instalamos unos asientos comerciales de la marca RECARO Mod. CROSS SPEED, con las bases y la homologación TUV necesaria para el montaje en nuestro vehículo.

Para la fijación se emplean tornillos de M10 con una dureza de 8.8, apretados con un par de entre 50 y 65 N·m.

Para la homologación, consultamos el MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS II, EN EL APARTADO DE CARROSERIA 8.10.

El RD 866/2010 lo tipifica como reforma y es necesaria homologación. Para su homologación se debe indicar los anclajes utilizados y la homologación del conjunto de guías y asientos.

Al estar considerada como reforma, los documentos necesarios son:

- Certificado del taller instalador.
- Informe de conformidad.



56 Asiento instalado en el vehículo.

MONTAJE REALIZADO.

Se desatornillan las bases de los asientos originales de vehículo y se extra el conjunto.

Se montan las bases nuevas en la parte inferior de los asientos nuevos mediante tornillos de M8 con dureza 8.8, apretados con un par de 25 N·m.

Se montan en la ubicación original los nuevos asientos y se atornillan a la carrocería con unos tornillos de M10 con una dureza de 8.8, apretados con un par de entre 50 y 65 N·m.

5.12.2.- INCORPORACIÓN DE ARNESES DE SEGURIDAD.

El objetivo de los arneses de seguridad es minimizar las heridas en una colisión y otros accidentes, impidiendo que el pasajero se golpee con los elementos duros del interior o contra los otros ocupantes, que salga despedido del vehículo, etc.

Es uno de los mejores elementos de seguridad pasiva.

La instalación de unos arneses de seguridad no evita el uso del cinturón de seguridad original de vehículo, al no estar este homologado como vehículo de competición.

Los arneses montados son de la marca SABELT y dispones de código de homologación y certificado del fabricante según las normativas europeas.

El montaje se realiza utilizando unos anillos metálicos adecuados para este fin y con espárragos M8 y con un par de apriete de entre 25,5 y 28,7 N·m.

El RD 866/2010 lo tipifica como reforma y es necesaria homologación. Para su homologación se debe indicar los anclajes utilizados y la homologación del conjunto de guías y asientos.

Al estar considerada como reforma, los documentos necesarios son:

- Certificado del taller instalador.
- Informe de conformidad.



57 Arnés de seguridad instalado.



58 Detalle del anclaje del arnés con la carrocería.

5.12.3.- SUSTITUCIÓN DEL VOLANTE.

La sustitución del volante se realiza por motivos estéticos. El volante original de vehículo presentaba un gran diámetro exterior y no estaba en la línea del nuevo interior, con un corte más deportivo.

Según el manual de reformas de marzo de 2012, la sustitución del volante no se considera reforma, siempre y cuando la disminución del diámetro sea inferior al 10% respecto al volante original del vehículo. Para reducciones de diámetro superior al 10%, El servicio técnico puede requerir pruebas o ensayos para homologar el nuevo volante.

Como norma general no se permite la sustitución de volantes con airbag.

Se instala un volante de la marca OMP Mod. CORSICA de 350 mm de diámetro, utilizando una piña de acople para la caña de direcciones y se aprieta en conjunto con un par de entre 120 y 145 N·m.

Documentos necesarios.

- Certificado del taller instalador.
- Informe de conformidad.



59 Volante y piña instalados en el vehículo.

MONTAJE REALIZADO.

Se retira el volante original del vehículo, desatornillando la tuerca de M16 del centro. Debemos asegurarnos de la posición de las ruedas delanteras.

Se monta el conjunto de piña y volante utilizando 6 tornillos de M6 X 20, con una dureza de 8.8 y cabeza avellanada, apretados con un par de entre 10 y 12 N·m.

A continuación, montamos la piña en la caña estriada de la dirección, verificando que esta no se haya movido y apretamos la tuerca de M16 a un par de entre 120 y 147 N·m.

Se monta el embellecedor del volante.

60 Modelo y precio de los asientos instalados.

Tipo	3pts
Homologación	CEE
Familia	Arnés
Voluminoso	0

55



Volante OMP Corsica Cuero Negro Brazos Anodizados Plata

Volante OMP CORSICA este volante dispone de tres brazos anodizados grises, costuras amarillas y un claxon central. Ideal para la práctica de rally en tierra y en ruta. Características: Diámetro 350mm / Profundidad 95mm / Revestimiento ovalado 30 x 28mm / Peso 1017 grs. / Material cuero flexible / Colores negro. Otros colores disponibles : negro / costuras negras o negro / costuras azules. Atención: No olvidar de comprar la piña específica a su modelo de vehículo.

162,40 € IVA incluido / 203,00-€

En stock

CANTIDAD:

AÑADIR AL CARRITO

Pago en 3, 6, 9 o 12 veces sin interés
 Livraison en 24h (hors jour férié)
 Programa de fidelidad



62 Modelo y precio del volante instalado.

ACCESORIO POR COCHE » LAND ROVER » Defender [1984-2015] » Accesorios Interior para Defender



Piña de Adaptacion de Volante para Land Rover Defender

Medidas: 29 Estrías / 15mm Ø, pulse para más información.

Precio **78,65 €** IVA incluido

Plazo de entrega 24 horas

Cantidad

Añadir al carrito

Añadir a favoritos

63 Modelo y precio de la piña de volante instalada.

Estimación del precio y el tiempo empleado en su instalación.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO (€)
Asientos con bases.	1017,81
Arneses.	147
Volante.	162,40
Piña volante.	78,65
TOTAL	1405,86
8,5 hs empleadas.	

3.13.- HOMOLOGACION DE LAS BARRAS DE LED Y LUZ DE TRABAJO.

Este tipo de iluminación tiene restringido su uso por carretera, solo pueden utilizarse fuera de esta.

Las de tipo de luz off road o de trabajo existen 2 modelos: Las que están homologadas con ECE10R (tienen compatibilidad electromagnética) y otras que no.

Para legalizar la instalación de estas barras deben presentar el código de homologación E4-HR (homologación para poder circular con las barras encendidas).

Se debe realizar un certificado de conformidad, en el que conste que el número de chasis de nuestro vehículo llevamos instalada la barra de led homologada como largo alcance y que la suma total de los puntos de luz, de los faros originales de vehículo más el de las barras no superan los 100 puntos de luz.

En el caso de la barra que tenemos en el techo del vehículo, debemos legalizarla como ornamento o como luz de trabajo, y no puede tener alimentación eléctrica alguna. El motivo es que excedemos los 100 puntos de luz, y ni anulando las luces largas podríamos legalizarla, y el otro motivo su ubicación.



64 Barras de led instaladas en el vehículo.

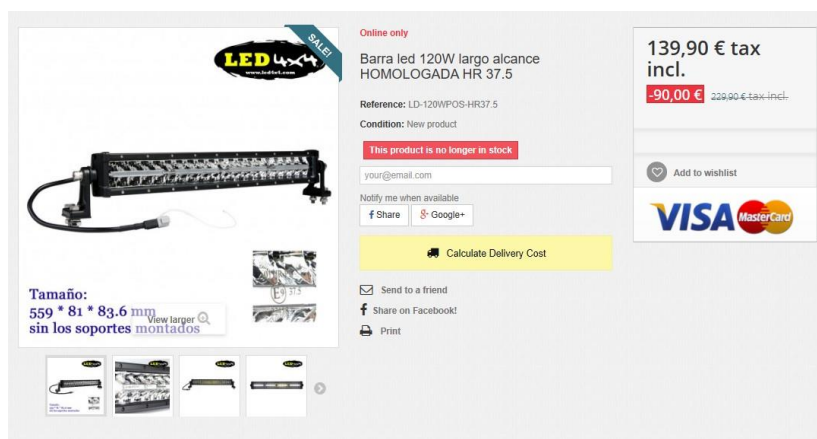
Para la homologación de la barra de led delantera, solo hace falta que la barra de led esté homologada, ya que el parachoques delantero tiene los dispositivos de sujeción.

Lo único que haremos es montarlo según la directiva 76/756/CEE, mediante un soporte rígido y con la correcta instalación eléctrica. Luego en la ITV, comprobarán que no excedemos de los 100 puntos de luz y en consecuencia del resultado, anularemos o no, las luces largas del vehículo

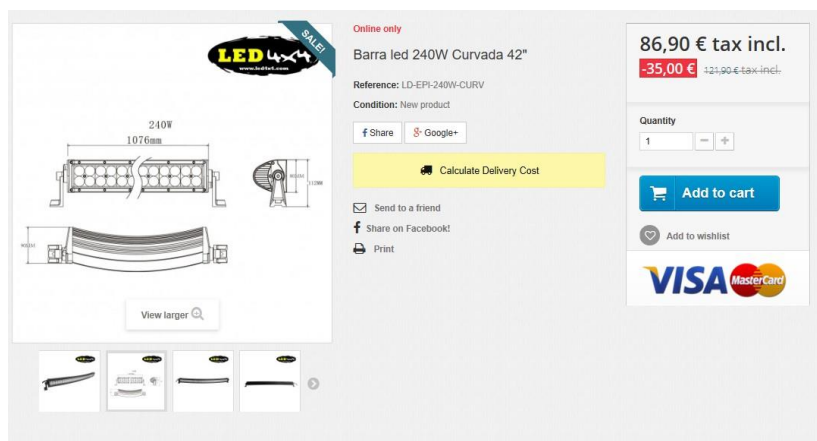
Para la homologación de la barra del techo, lo haremos mirando en el manual de reformas, el apartado 8.52 del grupo de carrocería, y lo que se homologa es el soporte de la barra, a través del reglamento CEPE/ONU 66R, referido a la resistencia estructural.

Se debe realizar así esta homologación, porque la barra de led no dispone de código de homologación, por lo tanto, la pondremos en modo ornamental/decorativo y no puede llevar ningún tipo de instalación eléctrica.

Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.



65 Modelo y precio de la barra de led delantera.



66 Modelo y precio de la barra de led superior.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO €
Barra de led homologada.	139,90
Barra de led ornamental.	86,90
Elementos instalación eléctrica.	35
TOTAL	261,80
4,5 hs empleadas.	

6.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE FRENADO.

Las características del sistema de frenado original es la siguiente:

$$\text{Diámetro exterior del disco delantero} \rightarrow \phi_{DED} = 0,290 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro interior del disco delantero} \rightarrow \phi_{DID} = 0,234 \text{ m}$$

$$\text{Radio efectivo} \rightarrow R_{ed} = R_{DID} + \left(\frac{R_{DED} - R_{DID}}{2} \right) = 0,131 \text{ m}$$

Pinza de 2 pistones.

$$\text{Diámetro piston pinza} \rightarrow \phi_{PP} = 0,0200 \text{ m}$$

$$\text{Ángulo de contacto entre pastilla y disco} \rightarrow \theta = 0,7 \text{ rad}$$

$$\text{Masa eje delantero} \rightarrow M_{ED} = 1160 \text{ kg} = 11379,6 \text{ N}$$

$$\text{Diámetro exterior del disco trasero} \rightarrow \phi_{DET} = 0,290 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro interior del disco delantero} \rightarrow \phi_{DIT} = 0,232 \text{ m}$$

$$\text{Radio efectivo} \rightarrow R_{et} = R_{DIT} + \left(\frac{R_{DET} - R_{DIT}}{2} \right) = 0,130 \text{ m}$$

Pinza de 1 pistón.

$$\text{Diámetro piston pinza} \rightarrow \phi_{PP} = 0,0414 \text{ m}$$

$$\text{Ángulo de contacto entre pastilla y disco} \rightarrow \theta = 0,7 \text{ rad}$$

$$\text{Masa eje delantero} \rightarrow M_{ED} = 1245 \text{ kg} = 12213,5 \text{ N}$$

El sistema de frenos del vehículo ha sido modificado con el objetivo de poder detener el vehículo en una distancia razonable.

Con las modificaciones realizadas, el aumento de peso total del vehículo se ha visto incrementado significativamente.

Las características del sistema de frenado son las siguientes:

- Cilindro pedal de frenos de un Land Rover Discovery III.

$$\text{Diámetro del émbolo nuevo cilindro} \rightarrow \phi_C = 0,0254 \text{ m}$$

- Frenos eje delanteros: frenos de disco ventilados, pastillas y pinza proveniente de un Nissan Patrol GR Y60.

$$\text{Diámetro exterior del disco delantero} \rightarrow \phi_{DED} = 0,295 \text{ m}$$

Diámetro interior del disco delantero $\rightarrow \phi_{DID} = 0,234 \text{ m}$

Radio efectivo $\rightarrow R_{ed} = R_{DID} + \left(\frac{R_{DED} - R_{DID}}{2} \right) = 0,132 \text{ m}$

Pinza de 1 pistón.

Diámetro piston pinza $\rightarrow \phi_{PP} = 0,0681 \text{ m}$

Ángulo de contacto entre pastilla y disco $\rightarrow \theta = 0,7 \text{ rad}$

Masa eje delantero $\rightarrow M_{ED} = 1160 \text{ kg} = 11379,6 \text{ N}$

- Frenos eje traseros: frenos de disco macizo, pastillas y pinza proveniente de un Nissan Patrol GR Y60.

Diámetro exterior del disco trasero $\rightarrow \phi_{DET} = 0,316 \text{ m}$

Diámetro interior del disco delantero $\rightarrow \phi_{DIT} = 0,265 \text{ m}$

Radio efectivo $\rightarrow R_{et} = R_{DIT} + \left(\frac{R_{DET} - R_{DIT}}{2} \right) = 0,145 \text{ m}$

Pinza de 1 pistón.

Diámetro piston pinza $\rightarrow \phi_{PP} = 0,0508 \text{ m}$

Ángulo de contacto entre pastilla y disco $\rightarrow \theta = 0,7 \text{ rad}$

Masa eje delantero $\rightarrow M_{ED} = 1245 \text{ kg} = 12213,5 \text{ N}$

Para la realización del cálculo, aplicamos una fuerza de 50 kg en el pedal de freno. Del manual del vehículo obtenemos los siguientes datos:

Altura del pedal en reposo $\rightarrow h_{pr} = 0,197 \text{ m}$

Altura del pedal pisado $\rightarrow h_{pp} = 0,120 \text{ m}$

Fuerza ejercida en el pedal $\rightarrow F_{ep} = 50 \text{ kg} = 490,5 \text{ N}$

Relación de desmultiplicación del pedal $\rightarrow R_p = 1:5$

Se ha mantenido original todo el circuito del líquido de frenos, a excepción de los latiguillos de las pinzas de frenos, el cual se ha incrementado en 200mm su longitud total por la elevación del vehículo y el recorrido de las suspensiones.

Una vez conocidos todos los datos, empezamos a realizar los cálculos.

Para conocer la influencia del pedal de freno sobre el sistema, cabe resaltar que el pedal es un elemento amplificador de la fuerza que ejerce el conductor. Las ecuaciones que se muestran a

continuación son para un sistema de frenado sin servofreno. Por lo tanto, para conocer el valor de la fuerza que se ejerce sobre el sistema se emplea la siguiente expresión, donde se puede apreciar como la fuerza aplicada por el conductor (F_{ep}) se multiplica por la relación del pedal (R_p).

$$F_{SP} = F_{ep} * R_p$$

Lo primero que calculamos, es la fuerza de salida del pedal (F_{SP}) con la aplicación de la fuerza de 490,5 N.

$$F_{SP} = F_{ep} * R_p = 490,5 * 5$$

$$F_{SP} = 2452,5 \text{ N}$$

Una vez conocida la fuerza, calculamos la presión teórica de la bomba (P_B). Suponemos que el líquido que se utiliza en el sistema de frenado es totalmente incompresible, y que los conductos del circuito hidráulico son totalmente rígidos.

$$P_B = \frac{F_{SP}}{A_b} = \frac{2452,5}{\pi * (0,0254^2)}$$

$$P_B = 1210017,7 \text{ N/m}^2$$

Siendo A_b el área del cilindro hidráulico.

Suponiendo que durante todo el recorrido del circuito hidráulico no existen pérdidas, se extrae que la presión será igual en todos los puntos de este. Por ello, podemos afirmar que la presión de la salida del bombín de frenado es la misma que llega al pistón de pinza de frenos (P_{PF}).

$$P_B = P_{PF}$$

En el final del recorrido del circuito hidráulico, el líquido de frenos ejerce una presión sobre los pistones de la pinza de freno. Este último elemento es el encargado de generar y transformar esa presión hidráulica en fuerza mecánica lineal, que posteriormente se aplicará sobre las pastillas de freno.

Una vez conocemos la presión que ejerce la pinza de frenos, podemos calcular la fuerza que se ejerce sobre la pastilla de frenos (F_P).

$$F_P = N^{\circ}_{PISTONES} * P_{PF} * A_{PP}$$

Siendo A_{PP} el área del pistón de la pinza.

Como los diámetros de los diferentes componentes de los discos delantero y traseros son diferentes, vamos a realizar los cálculos de cada uno de ellos por separado.

Los cálculos que a continuación se realizarán, corresponde únicamente al frenado de una rueda.

En el eje delantero tendremos:

$$F_{PD} = 1 * 1210017,7 * \pi * (0,0681^2)$$

$$F_{PD} = 17629,34 \text{ N}$$

En eje trasero tendremos:

$$F_{PT} = 1 * 1210017,7 * \pi * (0,0508^2)$$

$$F_{PT} = 9810,1 \text{ N}$$

Una vez conocida la fuerza generada por la presión hidráulica, la multiplicamos por el coeficiente de fricción que hay entre el disco y la pastilla (μ_F), y así conoceremos cual es la fuerza de fricción (F_{FF}) que tenemos entre el disco y la pastilla.

Las condiciones que tomamos para la realización de estos cálculos para un $\mu_F = 0,4$ que pertenece al coeficiente de fricción entre un disco de acero y un juego de pastillas de compuesto orgánico.

$$F_{FF} = F_P * \mu_F$$

En una rueda delantera:

$$F_{FFD} = F_{PD} * \mu_F = 17629,34 * 0,4$$

$$F_{FFD} = 7051,94 \text{ N}$$

En una rueda trasera:

$$F_{FFT} = F_{PT} * \mu_F = 9810,1 * 0,4$$

$$F_{FFT} = 3924,1 \text{ N}$$

Calculamos la fuerza total que generemos con la fuerza de fricción.

$$F_{TFF} = \sum F_{FF} = (2 * F_{FFD}) + (2 * F_{FFT}) = 21952,1 \text{ N}$$

Una vez conocida la fuerza de rozamiento, el siguiente paso es conocer los pares de frenado productor por el contacto entre el disco y las pastillas.

$$N_F = M * F_{FF} * R_E$$

Siendo M el numero de pastillas en cada disco y R_E el radio efectivo del disco.

Par de frenado en una rueda delantera:

$$N_{FD} = 2 * 7051,94 * \left(0,1168 + \left(\frac{0,1475 - 0,1168}{2} \right) \right)$$

$$N_{FD} = 1863,8 \text{ Nm}$$

Par de frenado en una rueda delantera:

$$N_{FT} = 2 * 9810,1 * \left(0,133 + \left(\frac{0,158 - 0,133}{2} \right) \right)$$

$$N_{FD} = 1141,8 \text{ Nm}$$

Al considerar que tanto el neumático como el disco de frenos están anclados al buje, que es el elemento del eje que permite el giro; el par en ambos será constante en todo momento. Por lo tanto, suponiendo que el par producido en el disco es el mismo que en los neumáticos, se crea una fuerza de reacción (fuerza de frenado (F_{FR})) que se genera en la calzada, producida por el contacto entre el neumático y el asfalto.

$$F_{FR} = \frac{N_F}{R_N}$$

Donde R_N es el radio del neumático, en este caso 0,4449 mm

Fuerza de frenado en las ruedas delanteras:

$$F_{FRD} = \frac{1863,8}{0,4449} = 4189,3 \text{ N}$$

Fuerza de frenado en las ruedas traseras:

$$F_{FRT} = \frac{1141,8}{0,4449} = 2543,2 \text{ N}$$

Fuerza total de frenado:

$$F_{TF} = \sum F_{FR} = (2 * F_{FRD}) + (2 * F_{FRT}) = 13464,9 \text{ N}$$

A continuación, utilizando la segunda ley de Newton para un cuerpo uniformemente acelerado, relacionamos la fuerza de frenado con la masa del vehículo y podemos calcular la desaceleración del vehículo (a_v).

$$a_v = \frac{F_{TF}}{m_v}$$

Sustituimos los valores obtenidos.

$$a_v = \frac{13464,9}{2405}$$

Obtenemos la desaceleración del vehículo.

$$a_v = 5,59 \text{ m/s}^2$$

Esto quiere decir que cada segundo transcurrido desde que se acciona el pedal, somos capaces de reducir la velocidad en 5,59 m/s.

Integramos dos veces la ecuación anterior y podemos calcular la distancia de frenado (D_F) recorrida a velocidad máxima del vehículo (v_V):

$$D_F = \frac{v_V^2}{2 * a_v}$$

Sustituimos los valores obtenidos.

$$D_F = \frac{(35.6)^2}{2 * 5,59}$$

En nuestro caso, la velocidad máxima del vehículo es de 135 km/h (dato extraído del manual del vehículo original), y obtenemos la distancia necesaria para detener el vehículo completamente.

$$D_F = 113,16 \text{ m}$$

Para finalizar este apartado de cálculos, calcularemos el coeficiente de seguridad (C_S). Este coeficiente nos relaciona el valor obtenido con el valor suministrado por el sistema de frenos.

$$C_S = \frac{F_{TFF}}{F_{TF}}$$

Sustituimos los valores obtenidos.

$$C_S = \frac{21952,1}{13464,9}$$

$$C_S = 1,63$$

Para finalizar este apartado de los cálculos de frenado, es necesario recordar y resaltar que todos estos cálculos de fuerzas y pares realizados son teórico e ideales. Es decir, los valores reales de las fuerzas y pares generados por los elementos montados en el vehículo, en ningún caso podrán superar los valores de fuerzas y pares teóricos extraídos de estas ecuaciones.

Como conclusión, los valores reales que se obtengan en la prueba de frenado deberán ser iguales (caso ideal) o menores a los resultados teóricos.

Para poder realizar una valoración de los resultados obtenidos, hemos realizado todos los cálculos anteriores, pero utilizando el sistema original del vehículo, descritos en el comienzo del capítulo, con el aumento de peso obtenido con las modificaciones, y así poder determinar si nuestra decisión de sustituirlo por uno de mejores características ha valido la pena.

La distancia de frenado a máxima velocidad obtenida con el sistema original del vehículo es de 146m.

Por lo tanto, con la modificación del sistema de frenado, obtenemos una mejora en torno al 30%.

Concluimos que la modificación del sistema de frenado es adecuada y necesaria para poder contrarrestar el aumento de la masa total.

Realizamos la prueba de frenado en la estación 0806 ITV Certio de Manresa.

El frenómetro, Mod. FR033079, está homologado y calibrado correctamente.

Los valores obtenidos en la prueba son los siguientes:

Fuerza de frenado delantera → 3600 – 3660N

Fuerza de frenado trasero → 2150 – 2190 N

Podemos concluir que los datos obtenidos en la prueba son correctos y aceptables, comparados con los cálculos realizados teóricamente.

7.- CÁLCULO DEL NUEVO CENTRO DE GRAVEDAD.

Con las modificaciones realizadas en el vehículo sobrepasamos el 3% de la altura total.

Además de la altura, también modificamos el ancho de vías e incrementamos el peso total del vehículo.

Por estas razones, debemos calcular la posición del nuevo centro de gravedad, para poder garantizar la seguridad y estabilidad del vehículo.

El centro de gravedad de un objeto es el punto respecto al cual, las fuerzas que ejerce la gravedad sobre los diferentes puntos que lo constituyen, producen un momento resultante igual a cero.

Para la realización de estos cálculos, se llevó el vehículo a la estación de ITV CERTIO de Manresa con la finalidad de medirlo y pesarlo.

Estos datos eran necesarios para la realización de los cálculos.

El primer pesaje realizado fue del eje delantero y del trasero, con el vehículo parado, el depósito de combustible al 80% de su capacidad, y en posición plana. Los datos obtenidos son los siguientes:

PESO EJE DELANTERO.	1160 kg
PESO EJE TRASERO.	1245 kg
PESO TOTAL.	2405 kg

Las mediciones efectuadas fueron, el ancho de vías y la altura total del vehículo en posición plana. Los datos obtenidos son los siguientes:

ANCHO DE VÍAS. (A_V)	1750 mm
ALTURA MÁXIMA.	2120 mm
DISTANCIA ENTRE EJES. (D_{EE})	2410 mm

Con estos datos, podemos calcular dos de las tres componentes del centro de gravedad.

El primer paso es conocer el reparto del peso del vehículo en cada rueda. Suponemos que cada una de las ruedas soporta la mitad del peso que recae sobre su eje.

Por lo tanto:

$$\text{Fuerza rueda delantera izquierda} \rightarrow F_{RDI} = \frac{1160}{2} * 9.81 = 5689,8 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza rueda delantera derecha} \rightarrow F_{RDD} = \frac{1160}{2} * 9.81 = 5689,8 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza rueda trasera izquierda} \rightarrow F_{RTI} = \frac{1245}{2} * 9.81 = 6106,7 \text{ N}$$

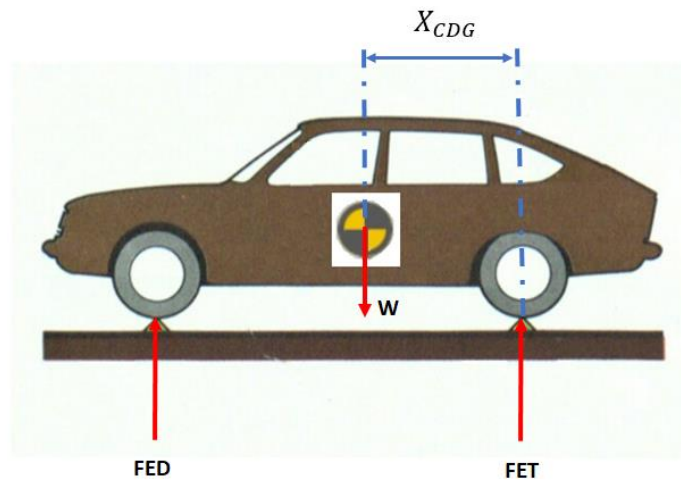
$$\text{Fuerza rueda trasera derecha} \rightarrow F_{RTD} = \frac{1245}{2} * 9.81 = 6106,7 \text{ N}$$

Cálculo de la componente X del centro de gravedad (X_{CDG}):

Para realizar el cálculo, aplicamos $\sum M_Z = 0$ en el eje trasero del vehículo.

$$\sum M_Z = 0 \rightarrow D_{EE} * (F_{RDI} + F_{RDD}) - X_{CDG} * W = 0$$

Donde D_{EE} es la distancia entre los ejes, W es el peso del vehículo y X_{CDG} es la coordenada X del centro de gravedad.



67 Diagrama de fuerzas para el cálculo de la componente "X" del centro de gravedad.

Aislamos X_{CDG} :

$$X_{CDG} = \frac{D_{EE} * (F_{RDI} + F_{RDD})}{W}$$

$$X_{CDG} = \frac{2,41 \text{ m} * (5689,8 + 5689,8)}{23593}$$

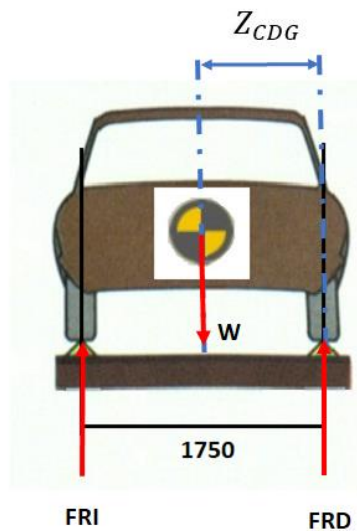
$$X_{CDG} = 1,16 \text{ m}$$

Cálculo de la componente Z del centro de gravedad (Z_{CDG}):

Aplicamos $\sum M_Z = 0$ en la rueda derecha del vehículo:

$$\sum M_Z = 0 \rightarrow Z_{CDG} * W - A_V * (F_{RDI} + F_{RTI}) = 0$$

Donde A_V es el ancho de vías del vehículo, W es el peso del vehículo y Z_{CDG} es la coordenada Z del centro de gravedad.



68 Diagrama de fuerzas para el cálculo de la componente "Z" del centro de gravedad.

Aislamos Z_{CDG} :

$$Z_{CDG} = \frac{A_V * (F_{RDI} + F_{RTI})}{W}$$

$$Z_{CDG} = \frac{1,75 \text{ m} * (5689,8 + 6106,7)}{23593}$$

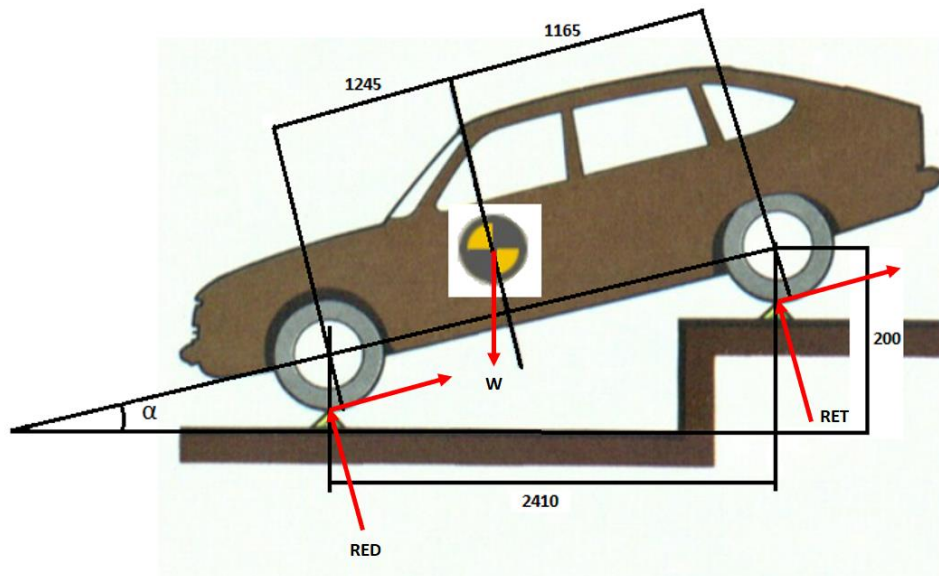
$$Z_{CDG} = 0,875 \text{ m}$$

Cálculo de la componente Y del centro de gravedad (Y_{CDG}):

Para poder calcular esta componente del centro de gravedad, utilizamos la técnica de distribución del peso del vehículo en los ejes delantero y trasero.

Para ello efectuamos un segundo pesaje del eje delantero, pero esta vez lo que se hace es elevar la parte trasera del vehículo 200 mm.

Obtenemos un aumento del peso en el eje delantero directamente proporcional al peso que pierde en eje trasero.



69 Diagrama de fuerzas para calcular la distribución del peso.

PESO EJE DELANTERO.	1195 kg
PESO EJE TRASERO.	1210 kg
TRANSFERENCIA DE PESO.	343,4 N

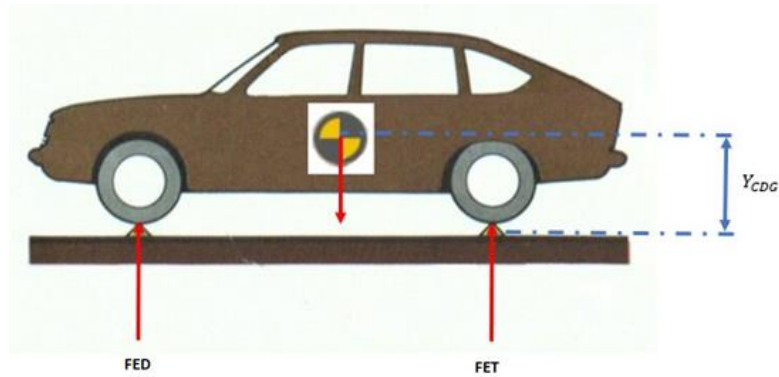
Utilizando en teorema de Pitágoras, obtenemos el ángulo α generado por el incremento de la altura en 200mm.

$$\alpha = 4,76^\circ$$

Aplicamos $\sum M_Z = 0$ en el eje delantero del vehículo:

$$\sum M_Z = 0 \rightarrow D_{EE} * (F_{RTI} + F_{RTD}) + Y_{CDG} * W * \sin \alpha - X_{CDG} * W * \cos \alpha = 0$$

Donde A_V es el ancho de vías del vehículo, W es el peso del vehículo, Z_{CDG} es la coordenada Z del centro de gravedad, D_{EE} es la distancia entre los ejes, X_{CDG} es la coordenada X del centro de gravedad y α es el ángulo de elevación.



70 Diagrama de fuerzas para el cálculo de la componente "Y" del centro de gravedad.

Aislamos Y_{CDG} :

$$Y_{CDG} = \frac{X_{CDG} * W * \cos \alpha - D_{EE} * (F_{RTI} + F_{RTD})}{W * \sin \alpha}$$

$$Y_{CDG} = \frac{1,16 * 23593 * \cos (4,76) - 2,41 * (6033,15 + 6033,15)}{23593 * \sin (4,76)}$$

$$Y_{CDG} = 1,31 \text{ m}$$

Las nuevas coordenadas del centro de gravedad después de las modificaciones realizadas son:

$$CDG_M = (1,16 ; 1,31 ; 0,87) \text{ m}$$

A continuación, repetimos los cálculos utilizando los datos originales del vehículo, para poder tener una referencia de los datos.

PESO EJE DELANTERO (MMA).	1200 kg
PESO EJE TRASERO (MMA).	1380 kg
PESO TOTAL.	1619 kg
ANCHO DE VÍAS. (A_V)	1486 mm
ALTURA MÁXIMA.	1965 mm
DISTANCIA ENTRE EJES. (D_{EE})	2360 mm
TRANSFERENCIA DE PESO.	343,4 N

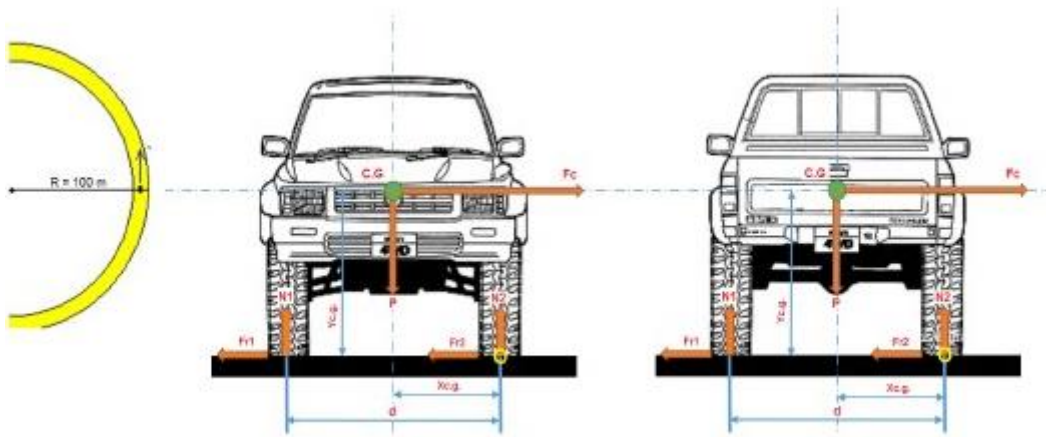
$$CDG_O = (1,09 ; 1,26 ; 0,75) \text{ m}$$

7.1.- CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE VUELCO (v_{LIM}):

Esta es la velocidad a partir de la cual el vehículo no es capaz de seguir la trayectoria de la curva que estamos trazando.

Calcularemos este valor para el estado del vehículo de serie y con las modificaciones. Para los dos cálculos tomaremos que el radio de la trayectoria del vehículo (R) es de 100 m y la curva no está peraltada.

$$v_{LIM} = \sqrt{g * R * \frac{A_V}{2 * Y_{CDG}}}$$



71 Diagrama de fuerzas para el cálculo de la velocidad de vuelco.

Con el vehículo sin modificar:

$$v_{LIM} = \sqrt{9,81 * 100 * \frac{1486}{2 * 1260}} = 24,05 \text{ m/s}$$

Con el vehículo modificado:

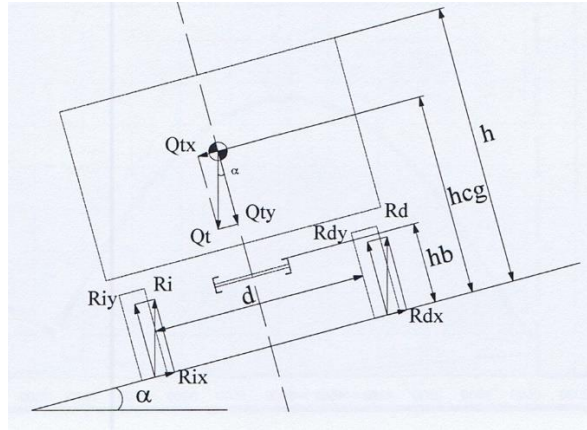
$$v_{LIM} = \sqrt{9,81 * 100 * \frac{1750}{2 * 1310}} = 25,59 \text{ m/s}$$

Podemos concluir que la velocidad máxima del paso por curvas con el vehículo modificado es ligeramente superior que, con el vehículo de serie debido al incremento del ancho de vías.

7.2.- CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO.

Para finalizar este apartado, calcularemos los ángulos de estabilidad, tanto el lateral como el longitudinal, con las dos condiciones del vehículo de serie y modificado.

Ángulo de estabilidad lateral (α_L):



72 Diagrama de fuerzas para el cálculo del ángulo de estabilidad lateral.

$$\alpha_L = \arctan\left(\frac{A_v}{2 * Y_{CDG}}\right)$$

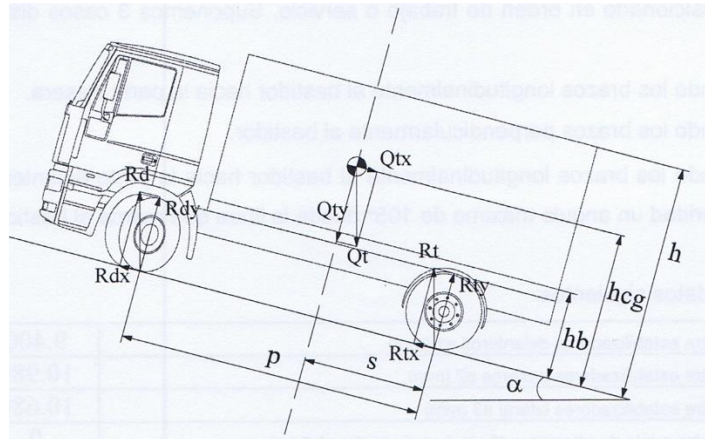
Con el vehículo sin modificar:

$$\alpha_{Lo} = \arctan\left(\frac{1486}{2 * 1260}\right) = 30,53^\circ$$

Con el vehículo modificado:

$$\alpha_{Lm} = \arctan\left(\frac{1750}{2 * 1310}\right) = 33,74^\circ$$

Ángulo de estabilidad longitudinal (α_{Ln}):



73 Diagrama de fuerzas para el cálculo del ángulo de estabilidad longitudinal.

$$\alpha_L = \arctan\left(\frac{X_{CDG}}{Y_{CDG}}\right)$$

Con el vehículo sin modificar:

$$\alpha_L = \arctan\left(\frac{1,06}{1,26}\right) = 40,07^\circ$$

Con el vehículo modificado:

$$\alpha_L = \arctan\left(\frac{1,16}{1,31}\right) = 41,53^\circ$$

Podemos concluir que los ángulos de estabilidad con el vehículo modificado son ligeramente superiores que, con el vehículo de serie debido al incremento en la distancia entre los ejes.

8.- CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS EN LOS EJES.

Tras realizar las modificaciones al vehículo, vemos incrementada considerablemente su masa total.

A continuación, efectuaremos los cálculos de los esfuerzos al que están sometido los ejes con este incremento de peso.

La importancia de los ejes es vital, no sólo en lo que se refiere a la propia seguridad del vehículo y sus ocupantes, sino también en lo referente al buen comportamiento estructural del vehículo, disminuyendo así desgastes prematuros, roturas o fallos de otros sistemas asociados como puede ser la suspensión.

Para este estudio, utilizaremos un acero F12 según la norma UNE-36009, con un límite elástico de 36 kg/mm^2 .

La geometría del perfil estudiada serán del tipo circular tubular soldada. Escogeremos el diámetro más crítico para estos cálculos, que es la de diámetro de 100 mm y un espesor e de 3 mm, y así nos aseguraremos de que el resto de la estructura va a ser capaz de soportar el aumento de la masa total.

El montaje de los rodamientos se a efectuado teniendo en cuenta sus tolerancias y sin aplicar sobrecarga.

Cálculo de la fuerza de inercia (I):

$$I = \frac{Q}{g} * a_r$$

Donde Q es el peso total del vehículo y a_r es la deceleración máxima del vehículo, calculado en el apartado de frenos. Sustituimos los valores y obtenemos:

$$I = \frac{2405}{9,81} * 5,59 = 1370 \text{ kg}$$

Cálculo del aumento de la carga en el eje delantero cuando estamos frenando el vehículo, denominado como sobrecarga (S_D).

$$S_D = \frac{a_r * h_{CDG} * Q}{g * D_{ee}}$$

Donde h_{CDG} es la componente y del centro de gravedad, y D_{ee} es la distancia entre ejes. Sustituimos los valores y obtenemos:

$$S_D = \frac{5,59 * 1260 * 2405}{9,81 * 2410} = 716.5 \text{ kg}$$

Por el contrario, durante la fase de frenado del vehículo, el eje trasero sufre una descarga en la misma proporción que la sobrecarga delantera.

$$D_T = \frac{T * h_{CDG}}{Q}$$

Donde T es el esfuerzo tangencial máximo, y lo calculamos con la siguiente expresión:

$$T = E_{TT} * \mu_a$$

El coeficiente de adherencia (μ_a) en este caso toma como valor 1 (el mas desfavorable).

El esfuerzo total que recae sobre el eje trasero (E_{TT}) se calcula de la siguiente manera:

$$E_{TT} = Q_T + Q + D_T$$

Siendo Q_T el peso del eje trasero.

Sustituimos los valores y realizamos los cálculos.

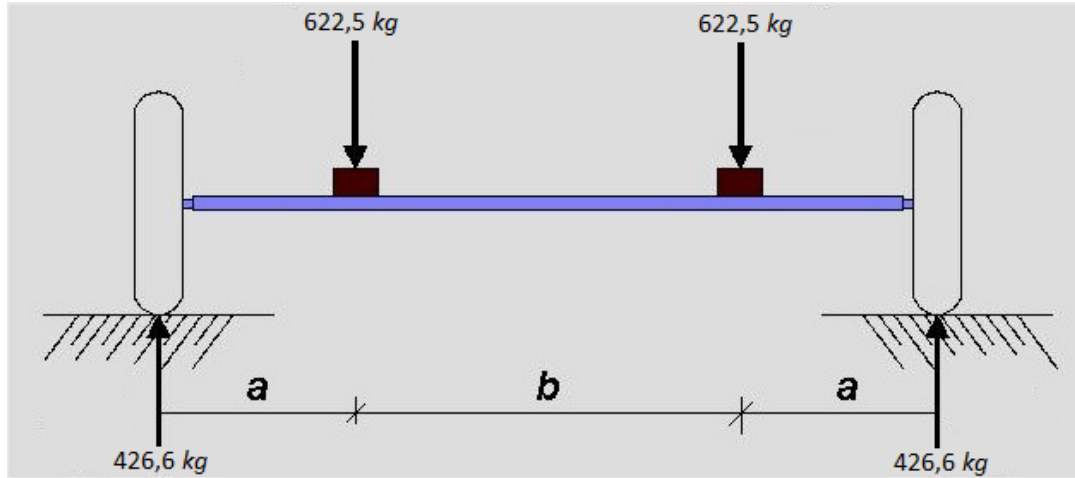
$$E_{TT} = 1245 + 2405 + 650,9 = 4270,9 \text{ kg}$$

$$T = 4270,9 * 1 = 4270,9 \text{ kg}$$

$$D_T = \frac{4270,9 * 1260}{2405} = 650,9 \text{ kg}$$

Procedemos a realizar el cálculo de los esfuerzos originados en los ejes.

Fuerzas que afectan al eje trasero.



74 Diagrama de fuerzas en el eje trasero.

Donde $a = 260 \text{ mm}$ y $b = 1240 \text{ mm}$

Cálculo del momento flector máximo (Mf_{MAX}).

$$Mf_{MAX} = \frac{E_{TT}}{a} = \frac{4270,9}{2 * 260} = 8,21 \text{ kg/mm}$$

Cálculo del momento torsor máximo (Mt_{MAX}).

$$Mt_{MAX} = \frac{E_{TT}}{2 * \mu_a * r} = \frac{4270,9}{2 * 1 * 420} = 5,1 \text{ kg/mm}$$

Donde el radio de rodadura (r) es de 420 mm.

CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE TRABAJO.

Para el cálculo de la tensión de trabajo, consideramos que los esfuerzos de flexión y de torsión son los máximos responsables.

La tensión de trabajo debido a la flexión (σ_f) viene dada por la siguiente expresión.

$$\sigma_f = \frac{Mf_{max}}{W_{XX}}$$

Calculamos el módulo resistente a la flexión (W_{XX})

$$W_{XX} = \frac{I_{XX}}{Y_{max}}$$

Para el caso de una sección circular hueca, con diámetro exterior d_e y diámetro interior d_i , el momento de inercia I_{XX} respecto al eje x-x es:

$$I_{XX} = \frac{\pi}{64} * (d_e^4 - d_i^4) = \frac{\pi}{64} * (100^4 - 94^4) = 1076246,1 \text{ mm}^4$$

Por otro lado, la distancia del eje neutro a la fibra más alejada para la sección del perfil es:

$$Y_{max} = \frac{d_e}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el módulo resistente a la flexión es:

$$W_{XX} = \frac{1076246,1}{50} = 21524,9 \text{ mm}^3$$

Por otra parte, el cálculo de las tensiones de torsión (σ_t) al que estará sometido el eje, viene dada por la siguiente expresión.

$$\sigma_t = \frac{M_t}{W_t}$$

Para calcular el módulo resistente a la torsión W_t se emplea esa otra expresión:

$$W_t = \frac{I_o}{Y_{max}}$$

Siendo I_o el momento polar, al tratarse de una sección circular hueca, viene dado por la siguiente expresión:

$$I_o = 2 * I_{XX} = 2 * 1076246,1 = 2092492,2 \text{ mm}^4$$

Procedemos al cálculo del módulo resistente a la torsión.

$$W_t = \frac{2092492,2}{50} = 41849,8 \text{ mm}^3$$

Una vez calculado las propiedades mecánicas de la sección del eje y conocidos los valores máximos que se alcanzan para los esfuerzos en las situaciones mas desfavorables, las tensiones de trabajo se calculan de manera inmediata a través de las siguientes expresiones.

Cálculo de la tensión de trabajo a flexión

$$\sigma_f = \frac{Mf_{max}}{W_{xx}} = \frac{555217}{24524,9} = 2.58 \text{ kg/mm}^2$$

Donde el momento flector máximo que actúa sobre el eje es:

$$Mf_{max} = \frac{E_{TT}}{2} * a = \frac{4270,9}{2} * 260 = 555217 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Cálculo de las tensiones de torsión (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{M_t}{W_t} = \frac{5084.5}{41849,8} = 12,15 \text{ kg/mm}^2$$

Donde el momento torsor que actúa sobre el eje es:

$$M_t = \frac{E_{TT}}{2 * r} = \frac{4270,9}{2 * 420} = 5084 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

COMPROBACIÓN FINAL.

Para la comprobación final se toma la tensión del límite elástico de 36 kg/mm^2 del acero.

Por otro lado, el eje se encuentra sometido a trabajo simultaneo de flexión y torsión. Como consecuencia de esto, para realizar la comparación con el limite elástico del material, utilizamos la tensión combinada que viene expresada con la siguiente ecuación:

$$\sigma_c = \frac{3}{8} * \sigma_f + \frac{5}{8} * \sqrt{(\sigma_f^2 + 4 * \sigma_t^2)} = 18,24 \text{ kg/mm}^2$$

Una vez calculada la tensión combinada, la seguridad del diseño en el eje se obtiene comparando esta tensión con la del límite elástico.

$$\lambda = \frac{\sigma_e}{\sigma_c} = \frac{36}{18,24} = 1,97$$

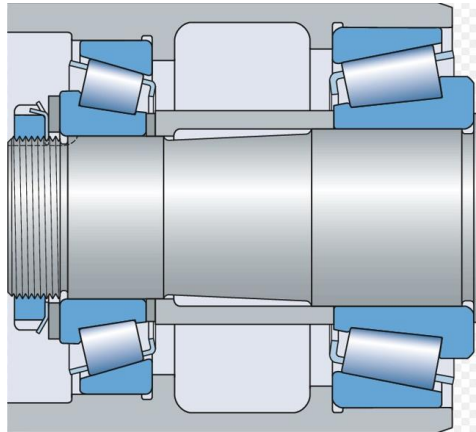
Considerando que nuestro módulo de seguridad es 3, podemos concluir que la sección del eje es válida.

9.- CÁLCULO DE LOS RODAMIENTOS DE LAS RUEDAS.

En este apartado, se procederá a demostrar que el coeficiente de seguridad en los cojinetes de las ruedas instalados en los ejes del vehículo es adecuado una vez se haya montado el conjunto de ruedas nuevos.

Realizaremos el estudio estático de los rodamientos de las ruedas.

En el eje delantero, tenemos dos rodamientos en cada una de las ruedas. Estos rodamientos son cónicos, opuestos i montados en tándem.



75 Montaje rodamientos ruedas delanteras.

Las medidas de los rodamientos son, para el externo, 50X85X26 mm, y para el interno 41,28X73,43X19,86 mm.

Carga cojinete exterior:

$$C_{CE} = P_{ED} * \left(\frac{1}{2} + \left(\mu_a * \frac{Y}{A_V} \right) \right) * \left(1 + \left(\frac{\mu_a * (r - x)}{y} \right) \right)$$

Donde:

$P_{ED} \rightarrow$ peso del eje delantero = 1160 kg

$A_V \rightarrow$ ancho de vías del vehículo = 1750 mm

$Y = Y_{CDG} -$ altura eje = 1260 – 620 = 640 mm

$r \rightarrow$ radio de la rueda = 420 mm

$x \rightarrow$ distancia del cojinete al centro del neumático = 160 mm

$y \rightarrow$ distancia entre los dos rodamientos = 60 mm

Sustituimos los valores y calculamos la carga del cojinete.

$$C_{CE} = 1160 * \left(\frac{1}{2} + \left(0,6 * \frac{640}{1750} \right) \right) * \left(1 + \left(\frac{0,6 * (420 - 160)}{60} \right) \right) = 3004,3 \text{ kg}$$

Carga cojinete interior:

$$C_{CI} = -P_{ED} * \left(\frac{1}{2} + \left(\mu_a * \frac{Y}{A_V} \right) \right) * \left(\frac{\mu_a * (r - x)}{y} \right)$$

Donde:

$x \rightarrow$ distancia del cojinete al centro del neumático = 100 mm

Sustituimos los valores y calculamos la carga del cojinete.

$$C_{CI} = 1160 * \left(\frac{1}{2} + \left(0,6 * \frac{640}{1750} \right) \right) * \left(\frac{0,6 * (420 - 100)}{60} \right) = -2670,5 \text{ kg}$$

Carga axial en una trayectoria curva (C_{AC}).

$$C_{AC} = \mu_a * P_{ED} * \left(\frac{1}{2} + \left(\mu_a * \frac{Y}{A_V} \right) \right)$$

$$C_{AC} = 500,7 \text{ kg}$$

Calculamos la carga dinámica equivalente (C_{DED}) para nuestro tipo de montaje.

Para el cojinete exterior:

$$C_{DEDI} = 0,4 * C_{CE} + \alpha * C_{AC}$$

Donde α es el factor de cálculo, y varía en función del montaje y de los cojinetes. En este caso, tomamos 1,5.

$$C_{DEDI} = 0,4 * 3004,3 + 1,5 * 500,7 = 1952,8 \text{ kg} = 19,16 \text{ kN}$$

Para el cojinete interior:

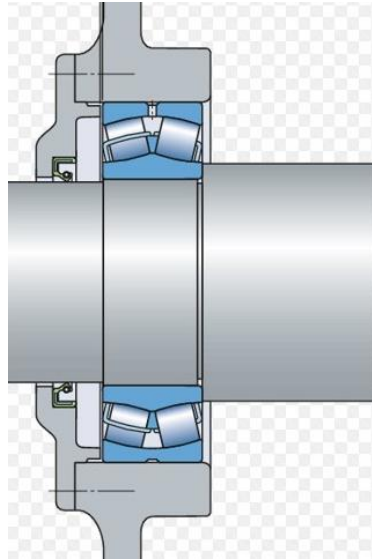
$$C_{DEDE} = 0,4 * (-2670,5) + 1,5 * 500,7 = -317,15 \text{ kg} = 3,1 \text{ kN}$$

El signo negativo, nos indica la dirección de la fuerza.

Buscamos las características del fabricante.

MEDIDA DEL RODAMIENTO (mm).	CAPACIDAD DE CARGA CALCULADA (kN).	CAPACIDAD DE CARGA TEÓRICA (kN).	FACTOR DE SEGURIDAD.
41,28X73,43X19,86	3,1	55	7,74
50X85X26	19,16	85,5	4,47

El eje trasero del vehículo incorpora un único cojinete por rueda, y es del tipo de doble hilera de rodillos con contacto angular.



76 Montaje rodamiento rueda trasera.

$$C_{CT} = \left(\frac{P_{ET} * A_V}{A_V - 2 * z} \right)$$

$P_{Et} \rightarrow$ peso del eje trasero = 1245 kg

$z \rightarrow$ distancia del cojinete al centro del neumático = 75 mm

$$C_{CT} = \left(\frac{1245 * 1750}{1750 - 2 * 75} \right) = 1361,7 \text{ kg}$$

Carga axial en una trayectoria curva (C_{AT}).

$$C_{AT} = \mu_a * P_{ET} * \left(\frac{1}{2} + \left(\mu_a * \frac{Y}{A_V} \right) \right)$$

$$C_{AT} = 0,6 * 1245 * \left(\frac{1}{2} + \left(0,6 * \frac{640}{1750} \right) \right) = 537,4 \text{ kg}$$

Calculamos la carga dinámica equivalente (C_{DET}) para nuestro tipo de montaje.

$$C_{DET} = 0,56 * C_{CT} + \alpha * C_{AT}$$

En este tipo de montaje, tomamos un valor de α igual a 2,8.

$$C_{DET} = 0,56 * 1361,7 + 2,8 * 537,4 = 2267,3 \text{ kg} = 22,24 \text{ kN}$$

Buscamos las características del fabricante.

MEDIDA DEL RODAMIENTO (mm).	CAPACIDAD DE CARGA CALCULADA (kN).	CAPACIDAD DE CARGA TEÓRICA (kN).	FACTOR DE SEGURIDAD.
45x90x54	22,24	165	7,42

Podemos concluir que los rodamientos de las ruedas pueden soportar la nueva configuración de ruedas instaladas.

10.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL CHASIS DESPUES DE LAS REFORMAS.

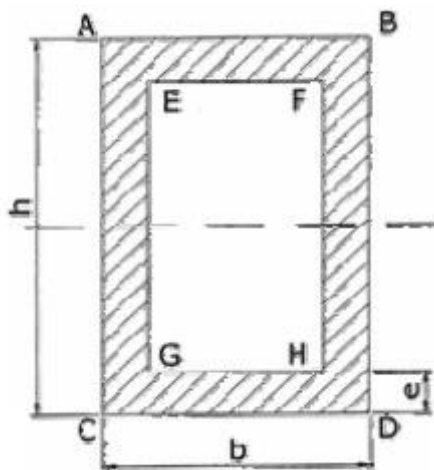
El chasis es la estructura del vehículo, encargada de soportar los órganos mecánicos, como lo son el motor, la caja de cambios, la dirección, etc. Y la propia carrocería del vehículo.

El chasis o bastidor debe ser capaz de soportar todos los esfuerzos estáticos, además de los dinámicos, provocados por el funcionamiento de los distintos elementos.

Con la finalidad de determinar si nuestro chasis es capaz de soportar todo el incremento de masa, hemos desarrollado esta simulación, y así poder determinar si existe alguna zona de peligro que requiera alguna intervención.

HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Para el cálculo de los largueros principales que conforman el chasis, adoptamos la hipótesis de trabajo de larguero recto con sección rectangular cerrada y continua.



77 Sección de la viga estudiada.

Se tomará como perfil de estudio, el tramo de menores dimensiones que adopta el larguero a lo largo de su extensión, de esta manera, si el perfil estudiado supera los requisitos exigidos por nosotros, el perfil que lleva el vehículo también lo hará.

CARACTERÍSTICAS DEL BASTIDOR ESTUDIADO.	
<i>Tipo de perfil.</i>	<i>Rectangular cerrado.</i>
<i>Alto (h).</i>	<i>180 mm.</i>
<i>Ancho (b).</i>	<i>75 mm.</i>
<i>Espesor (e).</i>	<i>2 mm.</i>

Cálculo del momento de inercia del perfil (I_X):

$$I_X = I_{Xe} - I_{Xi}$$

$$I_{Xe} (ABCD) = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} * 75 * 180^3$$

$$I_{Xe} = 36450000 \text{ mm}^4$$

$$I_{Xi} (EFGH) = \frac{1}{12} * (b - 2e) * (h - 2e)^3 = \frac{1}{12} * (75 - (2 * 2)) * (180 - (2 * 2))^3$$

$$I_{Xi} = 32256341.33 \text{ mm}^4$$

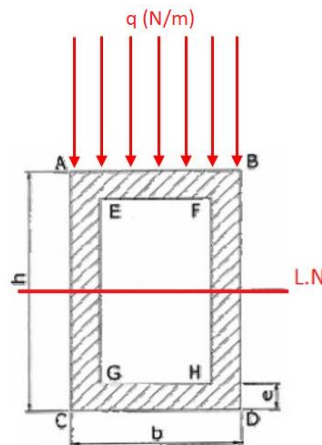
$$I_X = I_{Xe} - I_{Xi} = 36450000 - 32256341.33$$

$$I_X = 33224365,67 \text{ mm}^4$$

Cálculo del momento resistente (W_X):

$$W_X = \frac{I_Z}{Z} = \frac{33224365,67}{\frac{180}{2}} = 369159,62 \text{ mm}^4$$

La línea neutra es la línea imaginaria que separa la zona de compresión con la zona de tracción; en nuestro caso se encuentra en $h/2$.



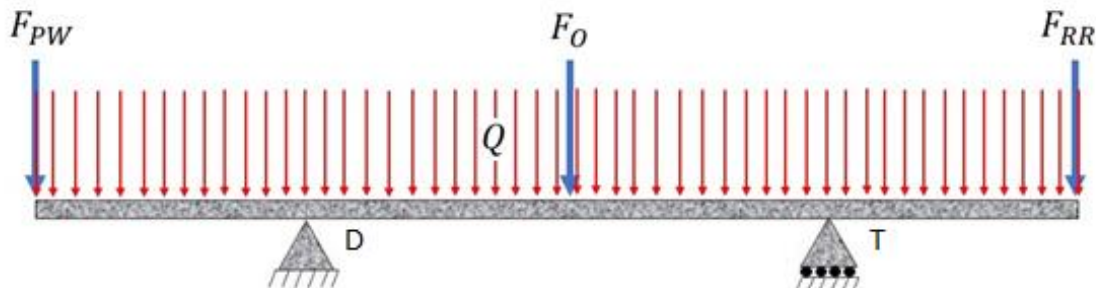
78 Fuerzas que actúan en la sección.

CARACTERÍSTICAS DEL BASTIDOR ESTUDIADO.	
<i>Tipo de perfil.</i>	<i>Rectangular cerrado.</i>
<i>Alto (h).</i>	<i>180 mm.</i>
<i>Ancho (b).</i>	<i>75 mm.</i>
<i>Espesor (e).</i>	<i>2 mm.</i>
<i>Línea Neutra (L.N).</i>	<i>90 mm.</i>
<i>Momento Inercia (I_x).</i>	<i>33224365,67 mm⁴</i>
<i>Momento Resistente (W_x).</i>	<i>369159,62 mm⁴</i>
<i>Área sección rectangular (A).</i>	<i>1044 mm²</i>

Los largueros principales serán calculados suponiendo que soportan cargas uniformemente repartidas a lo largo de su longitud, donde se incluyen la carrocería, el motor, la caja de cambios, etc.

Además, se diferencian 2 fuerzas puntuales que son resultado de las modificaciones realizadas en el vehículo como el parachoques delantero más el cabrestante en la parte frontal, y la rueda de recambios con su soporte en la parte trasera. Se distinguen estos elementos porque están situado en los voladizos del chasis.

Esta hipótesis está sustentada por un margen de seguridad de 1,5 para este tipo de cargas. Para el resto de las cargas, como lo son los ocupantes, el equipaje, etc., se utilizará un coeficiente de seguridad de 1,35.



79 Diagrama del sólido libre de las fuerzas existentes.

Los valores de las diferentes cargas para uno de los largueros son los siguientes:

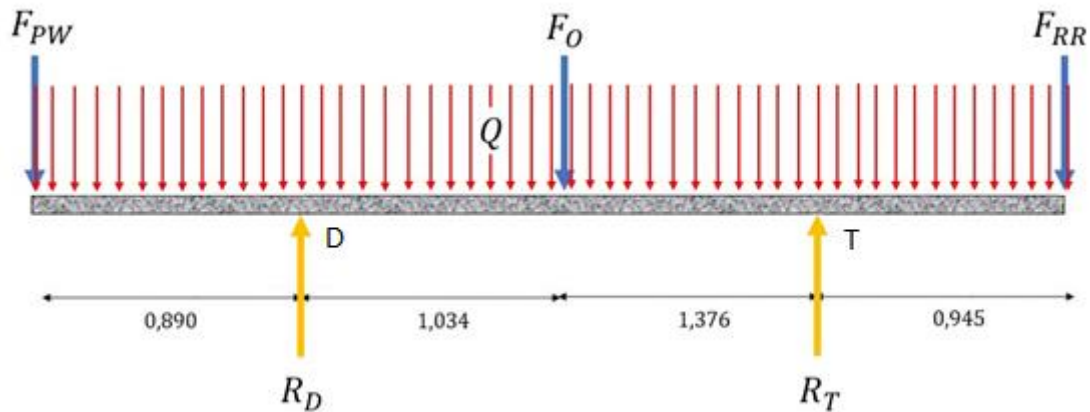
$$\text{Peso del parachoque y del winch} = 55 \text{ kg} \rightarrow F_{PW} = 539,6 * 1,35 = 728,4 \text{ N}$$

$$\text{Peso de un ocupante} = 75 \text{ kg} \rightarrow F_O = 774,99 * 1,50 = 1162,5 \text{ N}$$

$$\text{Peso de la rueda de recambio} = 45 \text{ kg} \rightarrow F_{RR} = 441,45 * 1,35 = 595,9 \text{ N}$$

$$\text{Peso total de vehículo} = 1027,5 \text{ kg} \rightarrow Q = \frac{10079,7 \text{ N} * 1,35}{4,2 \text{ m}} = 3239,9 \text{ N/m}$$

Diagrama de sólido libre de nuestra simulación, donde calcularemos las fuerzas de reacción que se genera en los ejes.



80 Diagrama de sólido libre con las reacciones resultantes.

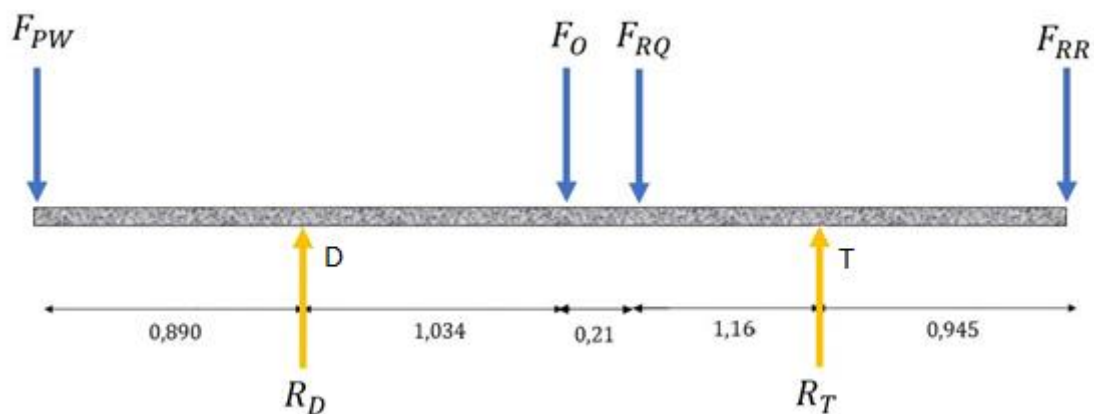
Transformamos la carga uniformemente repartida en una carga puntual para facilitar el cálculo de las reacciones.

$$F_{RQ} = 3239,9 \cdot 4,25 = 13770 \text{ N}$$

Está situada en la mitad de la longitud total del chasis:

$$l_{RQ} = \frac{4,25}{2} = 2,125 \text{ m}$$

El diagrama de sólido libre simplificado para el cálculo es el siguiente.



81 Diagrama de sólido libre con la carga uniformemente repartida simplificada.

Aplicamos:

$$\sum M_D = 0$$

Tomamos como momento positivo al sentido de giro antihorario.

$$F_{PW} * 0,89 - F_O * 1,03 - F_{RQ} * 1,24 + R_T * 2,40 - F_{RR} * 3,35 = 0$$

Sustituimos los valores conocidos.

$$(728,4 * 0,89) - (1162,5 * 1,03) - (13770 * 1,24) + (R_T * 2,40) - 595,9 * 3,35 = 0$$

Aislamos R_T y obtenemos su valor.

$$R_T = 8175,1 \text{ N}$$

Una vez conocido el valor de la reacción en la rueda trasera, por el sumatorio de fuerzas en el eje "y" igual a cero, obtendremos el valor de la reacción en el eje delantero. Consideramos el sentido de la gravedad como negativo.

$$\sum F_y = 0$$

$$-F_{PW} + R_D - F_O - F_{RQ} + R_T - F_{RR} = 0$$

Aislamos R_D :

$$R_D = 8081,7 \text{ N}$$

El acero que utilizamos es el mismo que se obtiene del manual del vehículo, se trata de un acero F-111 con una aleación de C=25%, Mn=55%, y Si=23%, que ofrece una resistencia de 50 kg/mm^2 y un límite elástico de 32 kg/mm^2

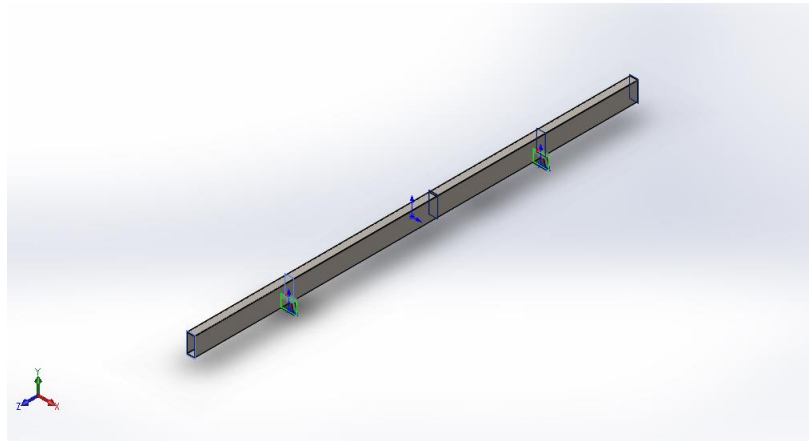
NORMAS		INTA 11 11 10		Serie: Aceros de construcción general. Grupo: Aceros al carbono. Tipo: Aceros al C (extrasuave).						Acero F-111	
COMPOSICION QUIMICA											
Elementos	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Va		
Nominal	0,15	0,40	0,23	—	—	—	—	—	—		
Tolerancias	0,10 0,20	0,30 0,50	0,15 0,30	<0,04	<0,04	—	—	—	—		
CARACTERISTICAS MECANICAS DE IDENTIFICACION (mínimos)											
Estado		R kg/mm ²		E kg/mm ²		A %		e %		e kg/cm ²	
Normalizado		40		25		25		—		20	
TRATAMIENTOS TERMICOS											
	Tempe- ratura	Enfri- amiento		H _B				Tempera- tura		Enfriamiento	
Recocido	875-925°	Aire		100		Temple		—		—	
Normalizado.	900-940°	Aire		—		Revenido ..		—		—	
Templabilidad en ϕ "crítico ideal"						Ms		Dureza potencial			
Normal	99,9 ^o / ₁₀	50 ^o / ₁₀		Máxima	99,9 ^o / ₁₀	50 ^o / ₁₀		Sin secundaria		—	
	—	—				—		Con secundaria		—	
PROPIEDADES MECANICAS REPRESENTATIVAS (templado y revenido)											
ϕ	Temp. reven.	R	E	A	e	ϕ	Temp. reven.	R	E	A	e
1"	550°					3"	550°				
	600°						600°				
	650°						650°				
2"	550°					4"	550°				
	600°						600°				
	650°						650°				
Propiedades y aplicaciones: No puede templarse. Muy apto para soldadura. Gran tenacidad. Buena embutición.											

82 Tabla de características del material estudiado.

SIMULACIÓN:

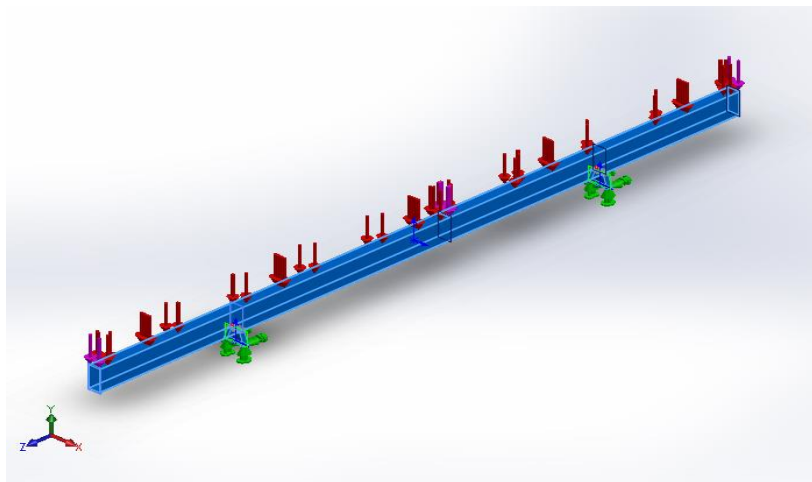
El programa utilizado es el SolidWorks, que además de ser un software de diseño CAD 3D, nos permite realizar análisis estáticos y dinámicos.

El primer paso es dibujar la biga y dar las características del material que necesitamos. También dibujamos los puntos de apoyo.

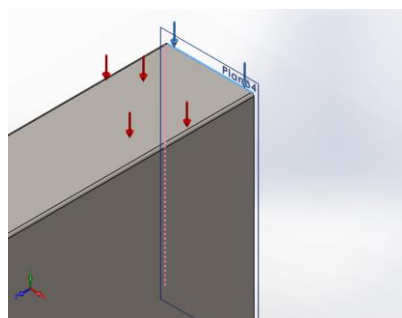


83 Construcción de la viga.

Restringimos el movimiento en los puntos de apoyo y colocamos las cargas a estudiar.

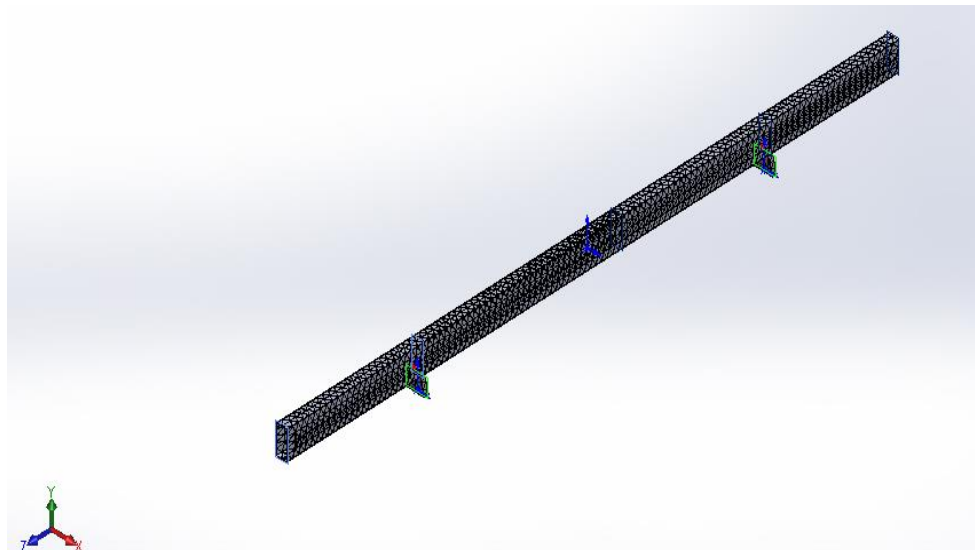


84 Aplicación de las fuerzas.



85 Detalle de las fuerzas en la parte delantera.

A continuació, y con la finalidad de poder realizar el càlculo, mallamos el sistema con la malla más fina posible.

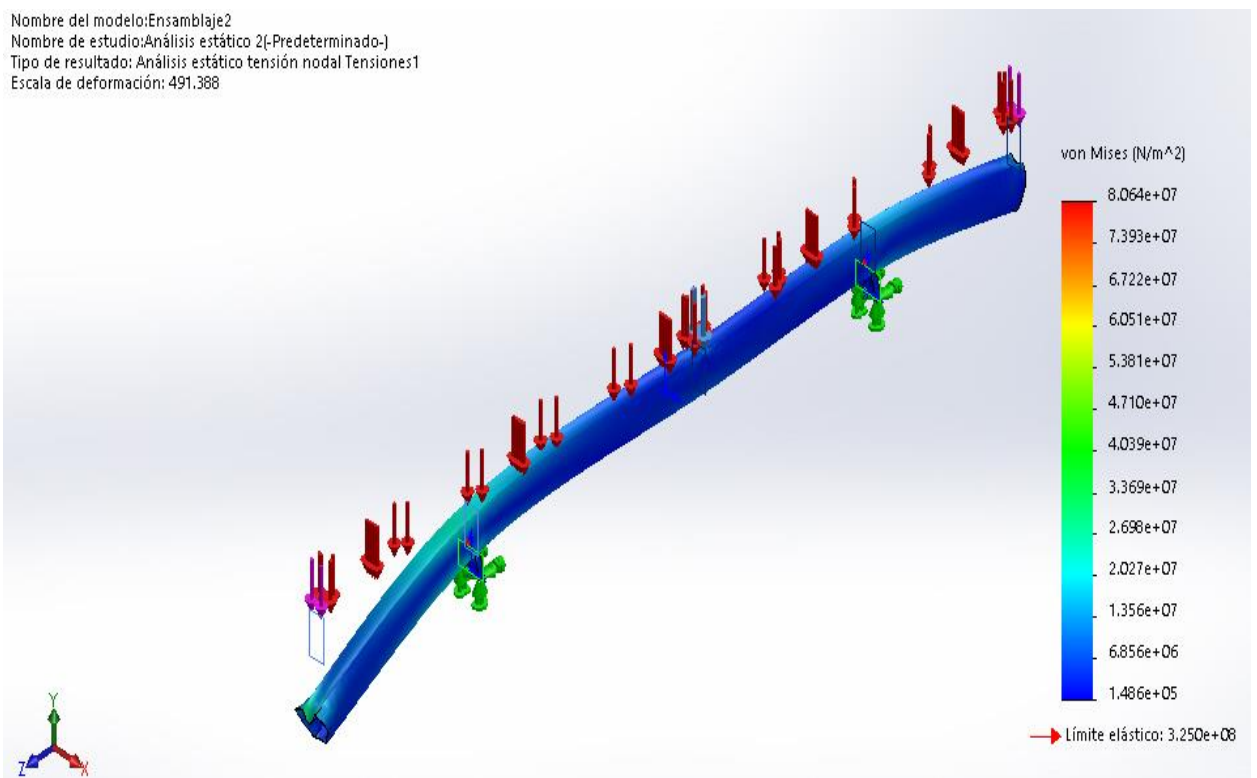


86 Generación de la malla.

Procedemos a calcular la estructura mediante la opción de simulación estática, y observamos los resultados.

Tensiones de Von Mises:

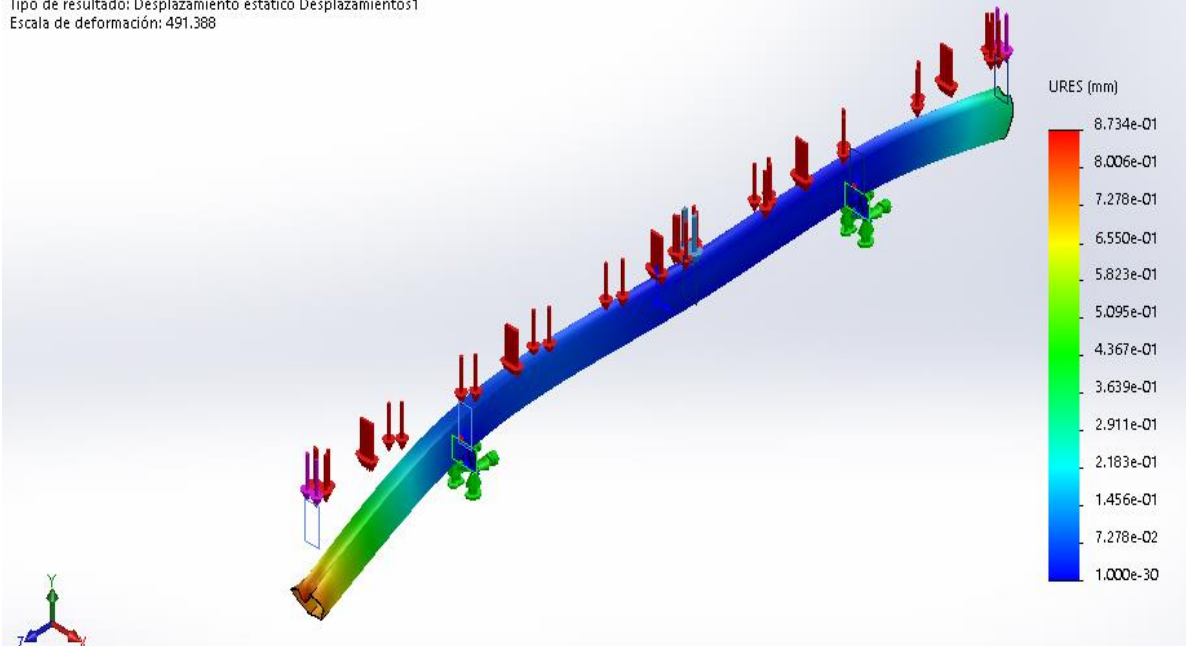
Nombre del modelo: Ensamblaje2
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 491.388



87 simulación de las tensiones de Von Mises.

Desplazamientos resultantes:

Nombre del modelo: Ensamblaje2
 Nombre de estudio: Análisis estático 2[-Predeterminado-]
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 491.368

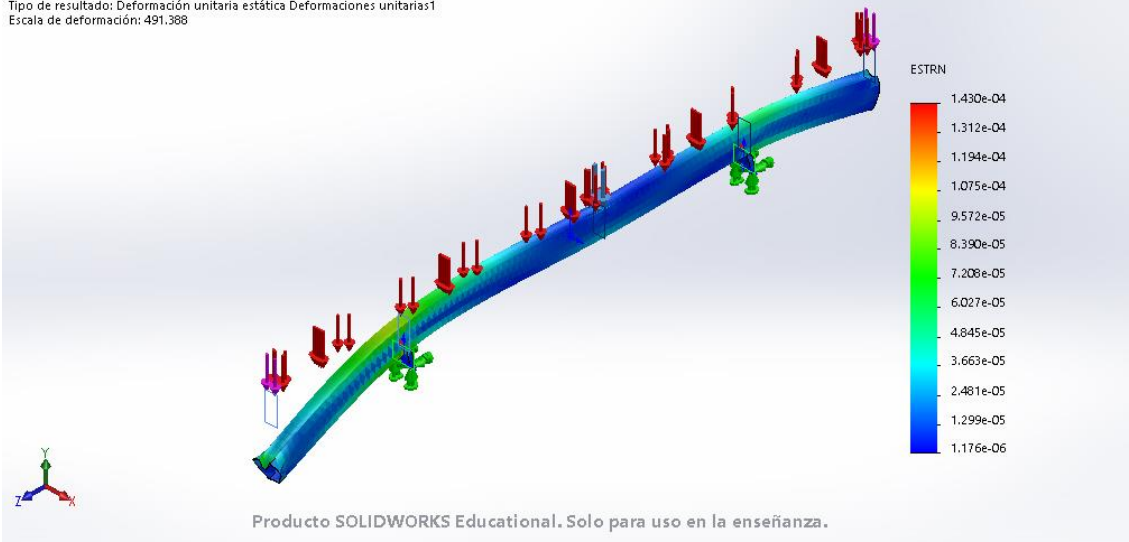


88 Imagen simulación de las tensiones del desplazamiento.

Observamos que el punto que más se desplazaría es en la zona delantera donde está situado el parachoques y el cabrestante.

Deformación unitaria equivalente.

Nombre del modelo: Ensamblaje2
 Nombre de estudio: Análisis estático 2[-Predeterminado-]
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 491.368



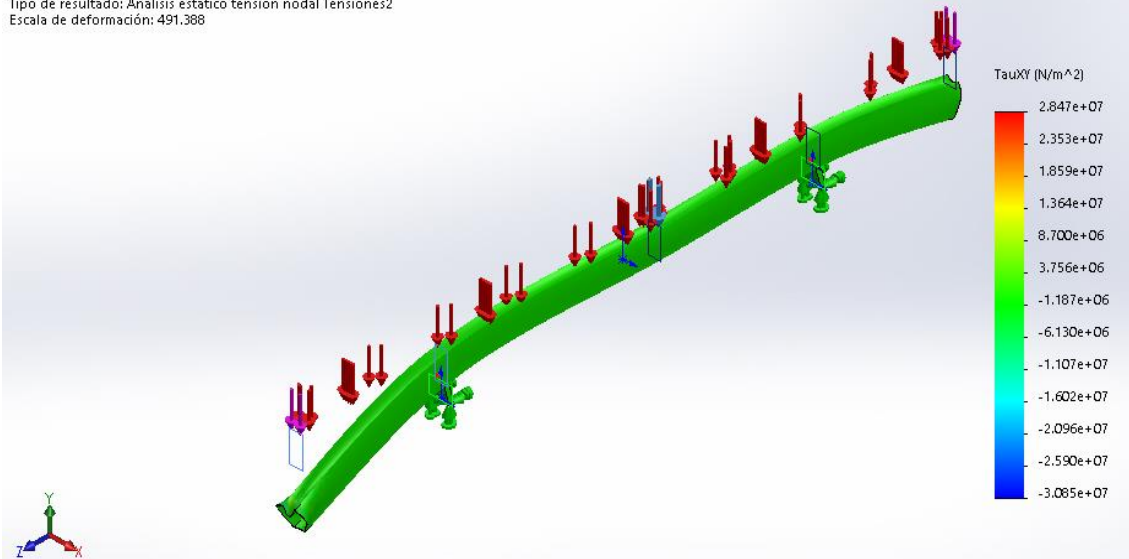
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

89 Imagen simulación de la deformación unitaria equivalente.

Aquí podemos concluir que el peso en la zona delantera, donde podíamos ver peligrar la estructura, apenas se produce una deformación.

Esfuerzos cortantes.

Nombre del modelo: Ensamblaje2
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones2
 Escala de deformación: 491.388

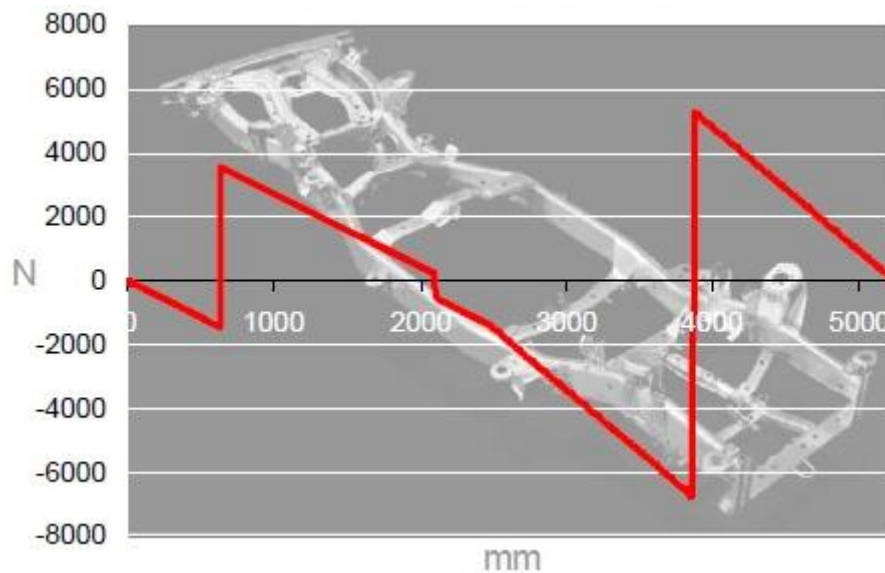


90 Imagen simulación de los esfuerzos cortantes.

Podemos observar en la simulación, que no tenemos ningún punto destacable que peligro.

Como último paso, llevamos los datos a una hoja de cálculo de EXCEL y realizamos las gráficas.

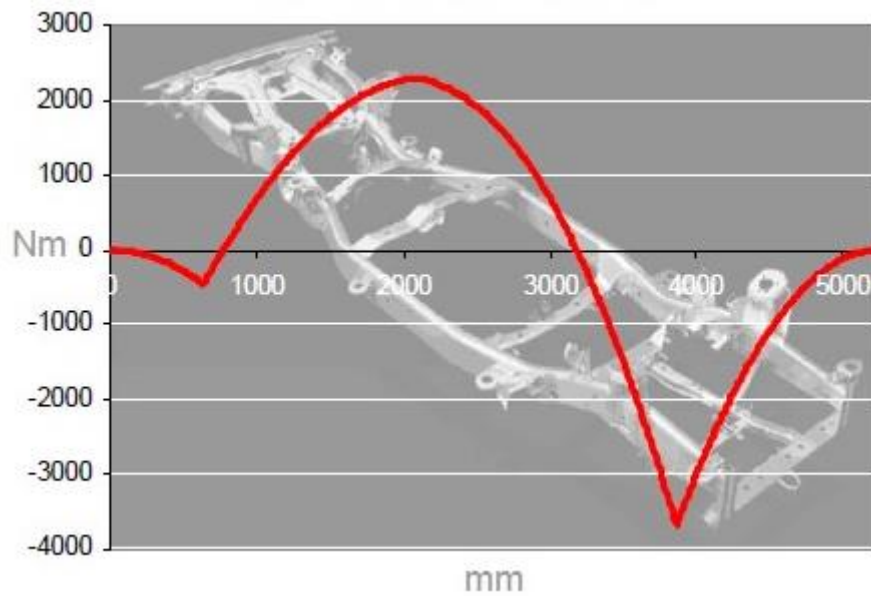
DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES:



91 Diagrama de esfuerzos cortantes.

$$\tau_{\max} = 6737,9 \text{ N}$$

DIAGRAMA DE FLECTORES:

*92 Diagrama de esfuerzos flectores.*

$$M_{Z \text{ MÁX}} = 3686,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Podemos concluir, por tanto, que los incrementos de peso que se han efectuado en el vehículo no provocan ningún daño estructural en el chasis.

11.- NORMATIVA APLICABLE A LA REFORMA.

Para la redacción del presente proyecto, se han considerado las siguientes normativas legales de aplicación.

Real Decreto 736/1988. Según el cual se regulan las reformas de importancia en vehículos de carretera.

Real Decreto 2822/1998. Reglamento general de vehículos.

Real Decreto 2140/1985. Según el cual se regula la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como partes y piezas de estos.

Real Decreto 1204/199. Modificación del real decreto anterior.

Reglamento N.º 26 (Reglamentos anexos al acuerdo de Ginebra del 20/03/1958, de aplicación local desde el 1983), sobre saliente exteriores en vehículos automóviles.

Directiva 94/20 CE. Según la cual se reglamenta la instalación de dispositivos de tracción en vehículos de carretera, automóviles y remolques.

O.M. CTE/3191/2002. Según el cual se regula la modificación de tipificación de las reformas de importancia en vehículos de carretera.

Norma UNE 26-192-87 o ISO 612-1978 sobre dimensiones y tolerancias en vehículos de carretera, automóviles y remolques.

Normativa E-02008 y E-02003, relativas a calidad de uniones soldadas.

Normativa DIN 8563 III, relativa a tipos y prescripciones para soldaduras.

Normativa DIN 8559, relativa al hilo continuo para la soldadura y el tipo de gas protector.

Normativa DIN 931/933/960/961, relativa a tornillos de cabeza hexagonal y rosca entera.

Normativa DIN 934, relativa a tuercas hexagonales.

Normativa DIN 7504NH/7504PH, relativa a tornillos autorroscantes.

ACTOS REGLAMENTARIOS AFECTADOS.

SISTEMA AFECTADO	REFERENCIA
Dispositivos de protección trasera.	70/221/CEE
Neumáticos.	92/23/CEE
Velocímetro y marcha atrás.	75/443/CEE
Salientes exteriores.	74/483/CEE
Parásitos radioeléctricos.	72/245/CEE
Instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.	76/756/CEE
Luces antiniebla delanteras.	76/762/CEE
Emisiones.	70/220/CEE
Nivel sonoro admisible.	70/157/CEE
Guardabarros.	78/549/CEE
Sistema antiproyección.	91/226/CEE
Masa y dimensiones (automóviles).	92/21/CEE
Mecanismos de dirección.	70/311/CEE
Frenado.	71/320/CEE
Acondicionamiento interior.	74/60/CEE
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior.	70/222/CEE
Guardabarros.	78/549/CEE
Protección lateral.	89/297/CEE
Sistema de protección delantera.	2055/66/CE
Resistencia mecánica estructura.	CEPE/ONU 66R
Protección delantera contra el empotramiento.	2000/40/CE
Protección de los peatones.	2003/102/CE
Colisión frontal.	96/79/CE
Colisión lateral.	96/27/CE

12.- INVERSIÓN TOTAL REALIZADA.

En cada una de las reformas realizadas se a indicado una estimación del precio de la reforma, y con unos costes de horas invertidas para llevarla a cabo.

DESCRIPCION MATERIAL	COSTE (€)	TIEMPO INVERTIDO (hs.)
Sustitución del motor.	1167,98	14
Neumáticos y llantas.	1743,15	4
Aletines sobredimensionados.	272,25	2,5
Amortiguadores.	1531,05	22
Muelles más centradores	212,30	3,5
Bloqueo diferencial.	1245,89	12
Parachoques delantero.	429,01	3
Cabrestante.	450	7,5
Soporte rueda recambio.	499	5
Snorkel.	162,31	5
Estriberas.	187,26	4
Antivuelco.	1785,30	15
Accesorios interiores.	1405,86	8,5
Compresor de aire.	354,70	6,5
Sustitución del turbo.	180	3
Sustitución ejes.	500	60
Cardanes a medida.	380	5
Barras de led.	261,80	4,5
Limitadores de suspensión.	318,24	6
TOTAL INVERTIDO.	13086,10	186,5

12.- CONCLUSIONES.

Con respecto al proyecto y sus resultados obtenido, podemos concluir que la homologación del vehículo, con todas las modificaciones realizadas, puede realizarse en acuerdo con la aplicación de la normativa vigente.

A nivel personal, el desarrollo de este proyecto me ha supuesto un gran reto. Formarme y entender los conceptos básicos para poder llevar a cabo un proceso de homologación de un vehículo.

Tras las muchas horas invertidas en su diseño y montaje, y el desembolso de dinero invertido en el vehículo, este es el último paso para poder tener el vehículo acabado... De momento.

CONCLUSIONS.

Regarding the project and the results obtained, we can conclude that the homologation of the vehicle, with all the modifications made, can be carried out complying with the current regulations.

Personally, the development of this project has been a great challenge for me: to learn and understand the basic concepts in order to be able to carry out a process of homologation of a vehicle.

After many hours focused on the design and assembly, and the disbursement of money to make it possible, this project is the last step to be able to have the vehicle finished, for the moment....

13.- ANEXO.

AFECTACIONES A CONSECUENCIA DE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES.

Con las modificaciones realizadas sobre el vehículo, muchos elementos que afectan a la seguridad se han visto alterados indirectamente.

Con la sustitución de los neumáticos y llantas por unos de mayores dimensiones, observamos que estos sobresalen de la carrocería, y por lo tanto, debemos cubrirlos para poder llevar a cabo la homologación y así poder circular por la vía pública. Además, con el aumento de la altura total del vehículo, sin querer, modificamos todo el sistema de alumbrado de este. A continuación, expongo un pequeño resumen de los valores que debemos tener en cuenta para poder legalizar el vehículo, y en caso necesario, modificar alguna de sus posiciones.

Esquema de dimensiones para tener en cuenta con el aumento de altura:

- 550 mm del suelo a la protección trasera. Si es mayor se debe instalar un larguero para que haga la función de barra anti-empotramiento.
- 1200 mm al borde superior de la placa de matrícula trasera.
- 700 mm a los accesos de puertas o estribo.
- 150 mm de distancia máxima vertical entre la parte trasera inferior de guardabarros y el plano horizontal que pasa por el eje de las ruedas.



93 esquema dimensional lateral.

Alturas de los dispositivos de alumbrado:

- Pilotos delanteros:
Posición < 1500 mm.
Cruce > 1200 mm.
Carretera < 1500 mm.
Intermitentes < 1500 mm.



94 Esquema dimensional delantero.

- Pilotos traseros:
Posición < 1500 mm.
Frenos < 1500 mm.
Marcha atrás < 1200 mm.
Intermitentes < 1500 mm.
- Catadióptricos traseros < 900 mm. (no están integrados en el faro) y <1200 (integrados en el faro).
- Antiniebla trasero < 1000 mm.



95 Esquema dimensional trasero.

Todas las modificaciones realizadas al vehículo, conlleva cambios en otros elementos mecánicos que debemos tener en cuenta, para evitar accidentes o averías y conseguir un comportamiento dinámico adecuado de nuestro vehículo.

Otros requisitos afectados por las modificaciones realizadas:

- Mecanismo de dirección I: el aumento del ancho nominal en eje directriz debe ser menor al 35% respecto al neumático más ancho de los neumáticos homologados en la ficha técnica. De lo contrario se debe realizar el ensayo de dirección.

En nuestro caso, se sustituye la caja de direcciones original de Land Rover Defender, por la caja original del Nissan Patrol GR. La peculiaridad es que la caja de direcciones del Nissan Patrol debe ser con el volante a la derecha, así pudimos aprovechar los orificios originales de sujeción.

- Mecanismos de dirección II: El aumento del ancho de vías máximo en los todoterrenos es de 150 mm. En nuestro caso, al superar este valor, necesitamos el proyecto técnico con los cálculos de los rodamientos y manguetas, además del ensayo de dirección.

En nuestro caso, se sustituyen los dos ejes por los provenientes del Nissan Patrol GR, mucho más robustos y ya preparados para el tamaño de las ruedas montadas.

- Mecanismos de dirección III: Al elevar el vehículo, la distancia entre la caja de direcciones y la mangueta de la rueda maestra resulta afectada.

Se modifica la barra haciéndola regulable en longitud y se mecanizan roscas en los extremos de M22 para poder sustituir las rotulas de dirección.

- Mecanismo de frenado I: nuestro vehículo al ser de ejes rígidos, con la modificación realizada de la suspensión se produce un desplazamiento lateral del eje debido al giro de la barra Panhard.

La solución tomada es modificar la barra panhard del Nissan Patrol y se hace regulable.

- Mecanismo de frenado II: al incrementar el tamaño del neumático por encima de 10%, estamos obligados a realizar el ensayo de frenado.

Aprovechamos todo el sistema de frenado en los ejes del Nissan Patrol GR, con discos y pinzas más grandes. Además de la incorporación al montaje del sistema de frenos de un cilindro maestro proveniente de un Land Rover Discovery III, mucho más eficiente que el original.

- Mecanismo de frenado III: al incrementar la altura total del vehículo, observamos una insuficiencia en la longitud de los latiguillos de freno.

Se fabrican a medida unos latiguillos nuevos de freno, teniendo en cuenta el recorrido de la suspensión.

- Mecanismo de suspensión I: Con el cambio de amortiguadores, por unos más largos, aumentamos el recorrido de la suspensión. Esto nos provoca que los ejes longitudinales (conocido como "cardan"), trabajen en ángulos donde no deberían, forzándolos y provocando el desgaste prematuro.

En nuestro caso, la solución que encontramos fue la de cambiar el eje longitudinal delantero por un procedente de un Nissan Patrol K260 con doble nudo, y el trasero proveniente de un Land Rover Defender 130 (modelo más largo), recortado y equilibrado para nuestros recorridos.

- Mecanismo de suspensión II: Tras elevar el vehículo, debemos seguir cumpliendo las normas de seguridad vial.

Debemos montar una barra anti-empotramiento trasera con una distancia al suelo de 550 mm

- Mecanismo de suspensión III: para el cumplimiento de la normativa anti-proyecciones.

Debemos instalar faldillas guardabarros de goma u otro material flexible, en las 4 ruedas, capaces cubrir la mitad del neumático por la parte superior y todo su ancho.

- Salientes exteriores guardabarros: Los neumáticos no pueden sobresalir de los aletines, esto debe cumplirse al menos en un ángulo de 30º hacia adelante y 50º hacia atrás.

En nuestro caso, montaje de aletines sobredimensionados, y debemos montar para la inspección las faldillas parafangos.

- Velocímetro: si el incremento de diámetro es mayor al 5%, será necesario certificado de taller indicando el reajuste del velocímetro.

En nuestro caso, al ser la diferencia mayor del 10%, debemos realizar el ensayo del velocímetro. La idea es adaptar un velocímetro universal por GPS.

SUSTITUCION DEL TURBOCOMPRESOR.

Se sustituye el turbocompresor original del vehículo por uno de las siguientes características:

GARRET GT 2052 V Ref. 3059145701f.

Este turbo es de geometría variable. El accionamiento de la membrana se realiza mediante depresión extraída del colector de admisión.



96 Turbo instalado en el vehículo.

LIMITADORES DE SUSPENSIÓN.

Para limitar el recorrido de la suspensión se instalan limitadores de compresión y extensión en los dos ejes. El limitador de compresión se aloja en el mismo sitio que el original, el limitador de extensión se atornilla al eje y al chasis.



97 Limitadores de suspensión.

SUSTITUCION DE LOS EJES.

Se instalan ejes de Nissan Patrol GR. Se homologarán como ancho de vías del vehículo.



98 Eje instalado en el vehículo.

ADAPTACION DE LAS CARDANES.

Al sustituir los ejes nos encontramos con la incompatibilidad de estos con los cardanes de serie.

Tras muchas mediciones y pruebas, pudimos adaptar la cardan delantera de un Nissan Patrol RD28 de doble nudo y la trasera, mediante un plato de adaptación, montamos una cardan original de defender adaptada a nuestras medidas.

COMPRESOR DE AIRE

Se instala un compresor de aire para el accionamiento neumático de los bloqueos de diferencial delantero y trasero.

Las características del compresor son:

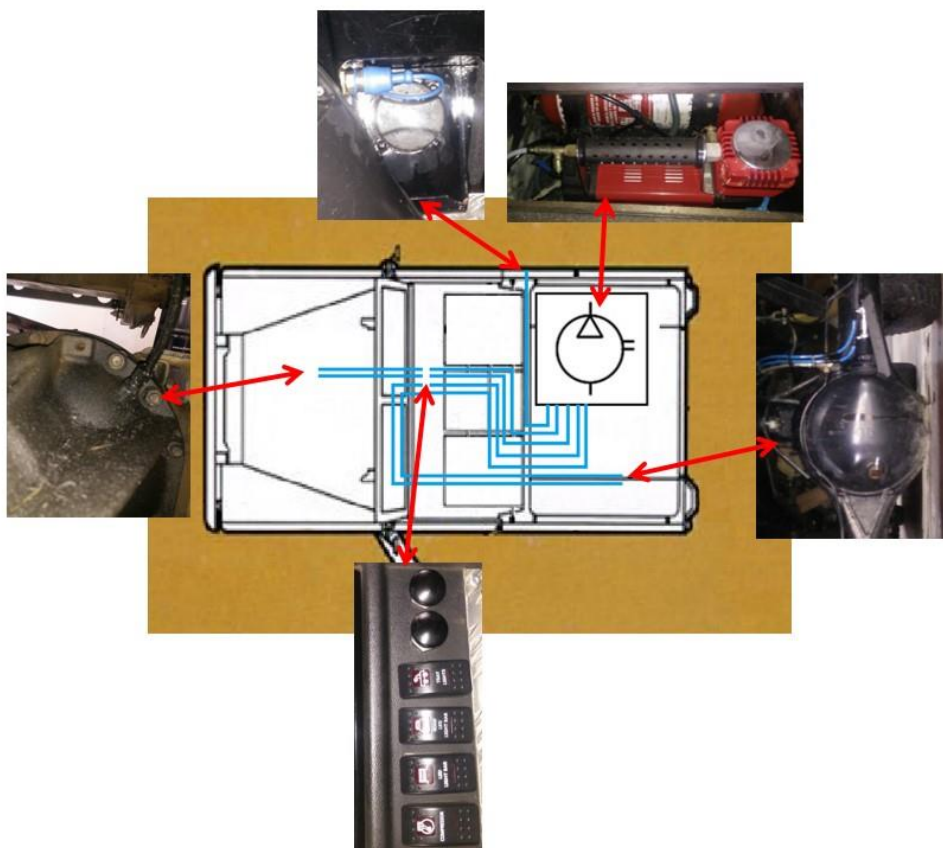
- Alimentación: 12 VDC.
- Caudal: 13,4 L/min.
- Presión máxima 200 kPa.

Se instalan dos electroválvulas de 5 vías y 2 posiciones, de accionamiento manual en el salpicadero.

Además de la incorporación de un pulmón de aire para poder utilizar una toma externa con el fin de poder inflar o desinflar los neumáticos.

Se utilizan tuberías neumáticas de PVC de 4 y 8 mm de diámetro para alimentar los diferentes elementos.

Esquema del circuito neumático.



99 Esquema instalación compresor de aire.

El compresor se instala en el interior del vehículo, detrás del asiento de acompañante y se fija a la carrocería utilizando silentblocks de caucho para evitar vibraciones excesivas.

Accesorios offroad » Bloqueos de diferencial » Compresores para Bloqueo ARB



Compresor ARB para Bloqueo 12 v sin salida de aire CKSA12

Valido solo para Bloqueos ARB. 13.4 LPM 200kPa

Compresor ARB para Bloqueo 12 v sin salida de aire CKSA12 tiene una valoración de 10,00 sobre 10 sobre 1 opiniones de clientes.



10/10 [ver las opiniones](#)

282,62 € **139,15 €** IVA incluido **OFERTA**

Precio

MEJORAMOS SU OFERTA
Si encontró este producto a un precio inferior en otra TIENDA, comuníquelo a nuestro departamento comercial e intentaremos mejorar dicha oferta.
HAZ CLICK AQUI

Marca



Cantidad

1



Compartir en



Estimacion del precio y el tiempo empleado en su instalacion.

ELEMENTOS SUSTITUIDOS / MONTADOS	PRECIO (EUROS)
Compresor de aire.	139,15
Electroválvulas (2 unidades).	80
Toma de aire externa.	7,55
Accesorios para la instalación.	48
TOTAL.	354,70
6,5 hs empleadas.	

No es necesaria homologación.

14.- NORMAS DE EJECUCION.

TALADROS.

Quedan totalmente prohibidas las soldaduras en estructuras portantes del bastidor en los apartados anteriores.

Quedan totalmente prohibidos los cortes en el chasis.

No se admiten perforaciones excepto lo prescrito a las de los largueros en el bastidor.

Durante los trabajos de soldadura, perforación, etc., cerca de tuberías o cables eléctricos, se deben adoptar medidas de seguridad adecuadas.

Cuando se apliquen al bastidor órganos externos auxiliares, si es posible, deben utilizarse orificios ya existentes.

No deben practicarse taladros en las alas de los perfiles longitudinales del bastidor excepto en el extremo posterior, salvo que coincida con una zona de concentración de cargas.

En caso de necesitar nuevos taladros, estos deber realizarse en el alma del perfil del bastidor, respetando las distancias admisibles entre taladros y bordes.

DISTANCIA A LOS BORDES:

La distancia e_1 desde el centro del agujero al extremo frontal en dirección de la transmisión de la carga será al menos de $1,2 * D_0$.

$$e_1 \geq 1,2 * D_0$$

Siendo D_0 el diámetro del agujero.

La distancia e_2 desde el centro del agujero al borde lateral en dirección de la transmisión de la carga será al menos de $1,5 * D_0$.

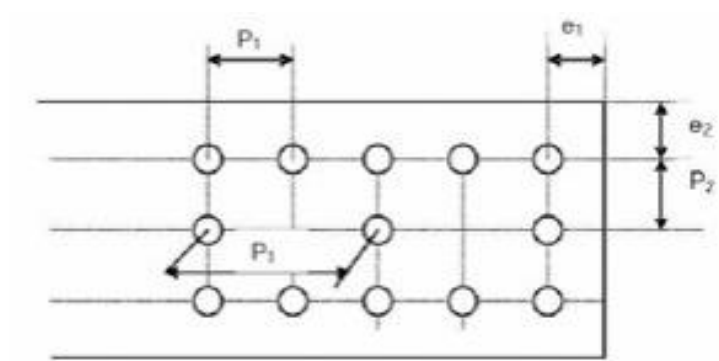
$$e_2 \geq 1,5 * D_0$$

Si las piezas están expuestas a ambientes corrosivos, la distancia mínima será de al menos:

$$40 \text{ mm} + 4 * t$$

Siendo t el espesor de la pieza más delgada a unir.

Para otros casos, tomar e_1 y $e_2 \leq 12 * t$; o bien 150 mm, la más restrictiva.



SEPARACIÓN ENTRE AGUJEROS:

La distancia p_1 entre centro de los tornillos en la dirección de la transmisión de la carga, será al menos de $2,2 * D_o$

$$p_1 \geq 2,2 * D_o$$

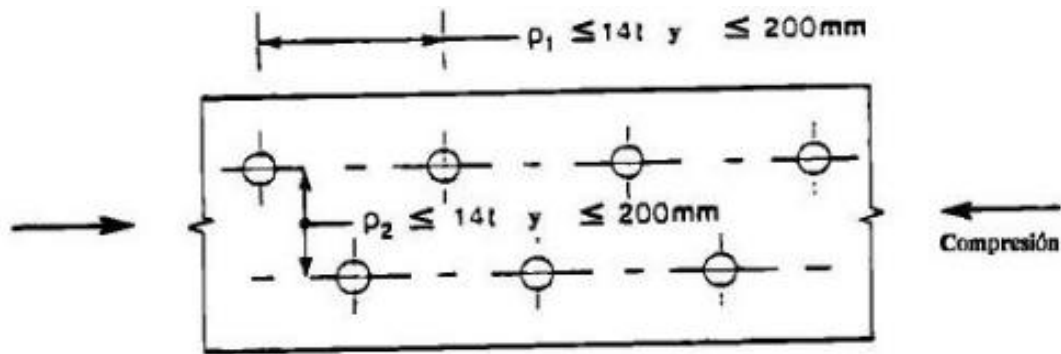
Siendo D_o el diámetro del agujero.

La sección p_2 entre las filas de los tornillos, medidos perpendicularmente a la dirección de la transmisión de la carga, será al menos de $3,0 * D_o$

$$p_2 \geq 3,0 * D_o$$

En el caso de elementos comprimidos, las separaciones p_1 y p_2 no deberán superar al menor valor de $14 * t$ ó 200mm .

$$p_1 ; p_2 \leq 14 * t \text{ ó } 200 \text{ mm}$$



Después de taladrar hay que eliminar los rebabas y proteger contra la oxidación.

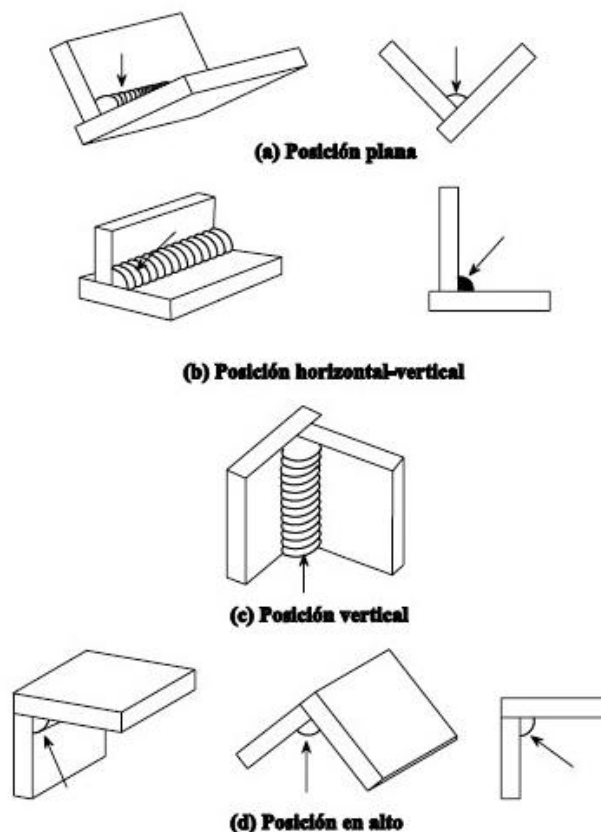
SOLDADURA.

PREPARACIÓN DE LOS BORDES.

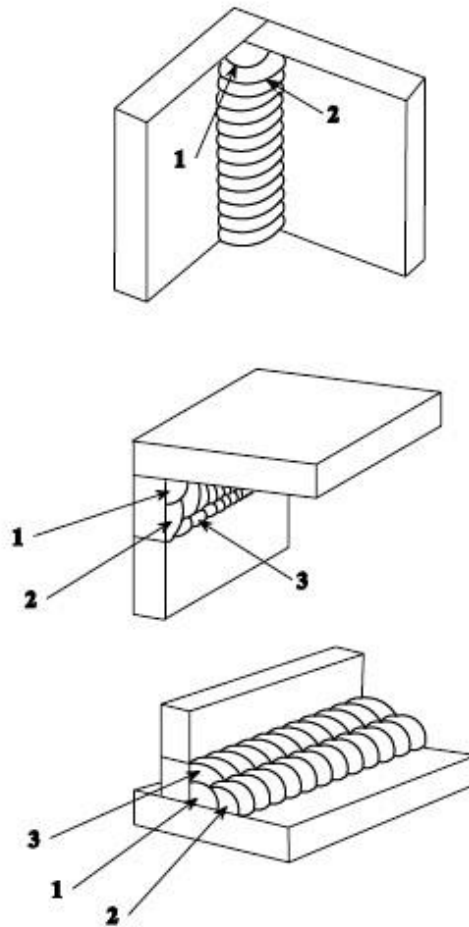
Pueden utilizarse los siguientes procesos de soldadura eléctrica por arco:

- soldadura por arco con electrodos revestidos
- soldadura por arco con núcleo fundente
- soldadura por arco sumergido
- soldadura MIG (metal gas inerte)
- soldadura MAG (metal gas activo).

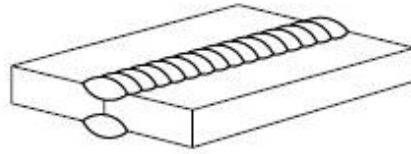
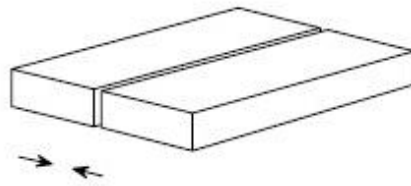
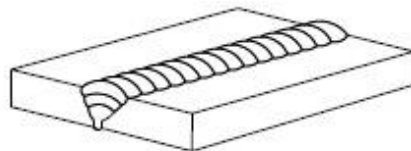
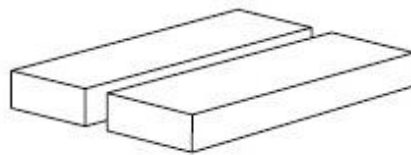
En el taller pueden utilizarse todos estos procesos. Generalmente, cuando se efectúa el montaje en una obra se utilizan únicamente el atornillado o la soldadura eléctrica por arco. En este proceso (de soldadura eléctrica por arco) puede soldarse en cualquier posición. En la figura muestra varias posiciones de soldadura; las flechas indican la dirección del arco durante la operación de soldadura. Es obvio que resulta fácil soldar en la posición de perfil plano, que permite una mejor deposición de metal que en las demás posiciones; soldando en esta posición favorable puede obtenerse el máximo tamaño de cordón de soldadura. Mediante consumibles normales y condiciones de soldadura favorables puede efectuarse una soldadura en ángulo con un espesor de garganta de 6 mm con sólo un cordón.



Para soldaduras de mayor espesor se necesitará más de un cordón. En este caso debe planificarse cuidadosamente la secuencia de soldadura

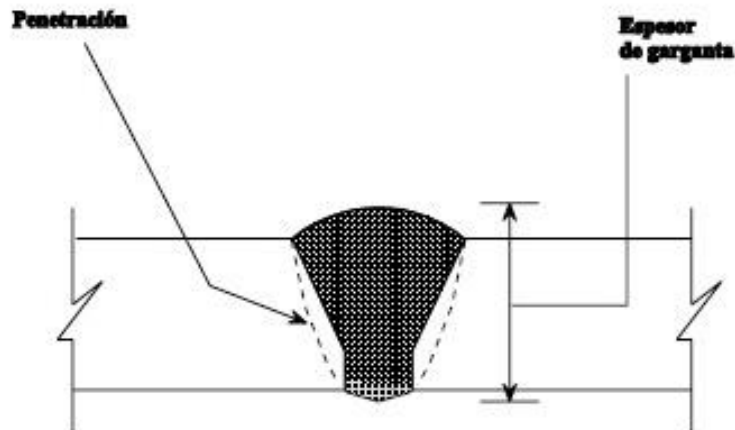


Las condiciones de soldadura, especialmente las características del equipo limitan la profundidad de penetración en la chapa de base. Por ejemplo, si una unión a tope cerrada (sin separación entre las dos placas) se suelda con un cordón en cada lado, puede que la penetración no sea completa y la parte central de la unión permanezca sin fundir (véase la figura 16a). Si existe separación entre las dos partes de una unión, puede obtenerse una total penetración con el mismo equipo de soldadura. La limitación la da en este caso el espesor de las placas a soldar. En la práctica, la limitación para soldaduras a tope con bordes rectos, o sea, sin preparación, es de un espesor de chapa de 10mm con una separación de 5mm. Cuando el espesor de la placa excede este valor, la preparación de los bordes permite una total penetración en varias pasadas, como se muestra en la figura 16b.

**(a)****(b)**

Preparar los bordes consiste esencialmente en cortar y biselar los cantos de las placas que hay que soldar. Estas operaciones se efectúan mediante corte térmico, mecanizado o mediante desbastado y rectificado. Las superficies de los bordes biselados deben ser suaves, uniformes, sin fisuras y sin herrumbre. Si se utiliza el corte térmico u otro proceso que endurece el material, el procedimiento de soldadura que se utilice debe tener en cuenta este proceso de preparación. Las recomendaciones prácticas, por ejemplo, las que se dan en el Eurocódigo 3 apéndice W (1), proporcionan ciertos valores de tolerancia para varios tipos de soldadura. Finalmente, antes de efectuar la soldadura deben limpiarse las superficies y aristas adyacentes a la zona que debe soldarse, para eliminar aceite o grasa, pintura o cualquier otro contaminante que puedan afectar la calidad y la resistencia de la soldadura.

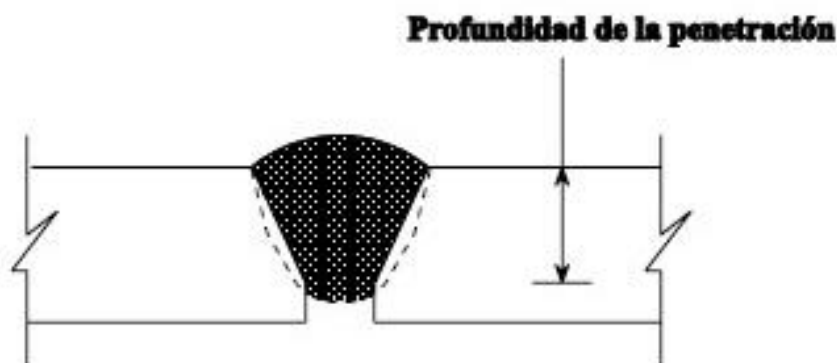
El tema de soldadura es muy extenso, a continuación, explicare la soldadura a tope, que es el tipo de soldadura más utilizada en nuestro proyecto.



Suponiendo que se ha efectuado correctamente el proceso de soldadura, el metal de aportación de la soldadura a tope puede considerarse como metal de base. Así, para determinar la resistencia de la unión, el cálculo se basa en el área de la garganta, es decir, el área de penetración. Según la penetración, se definen dos tipos de soldaduras a tope: soldaduras de penetración total y soldaduras de penetración parcial.

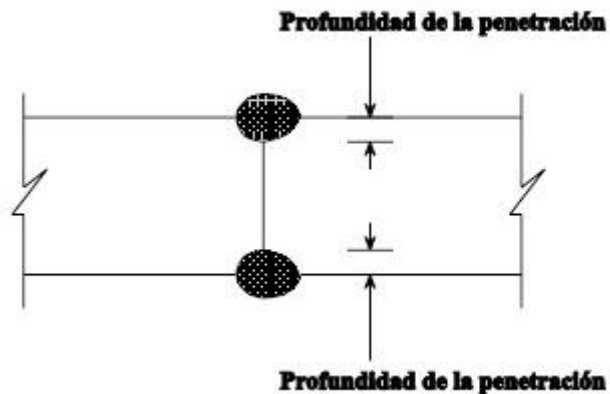
SOLDADURA A TOPE DE PENETRACIÓN TOTAL.

En una soldadura a tope de penetración total no hace falta ningún cálculo, porque la resistencia del metal de aportación es, por lo menos, tan elevada como la del metal de base de la pieza más débil unida, y el espesor de la garganta del cordón es igual al espesor de la chapa. La soldadura a tope puede contemplarse, pues, como una simple sustitución del material de base.

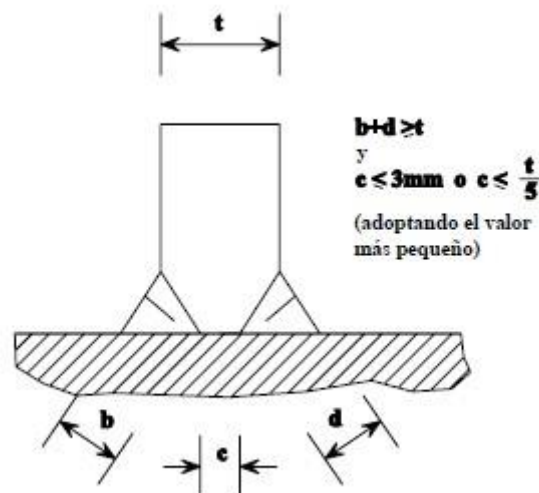


SOLDADURAS A TOPE DE PENETRACIÓN PARCIAL.

En una soldadura a tope de penetración parcial, el espesor de garganta considerado en el cálculo es la profundidad de la preparación, ligeramente disminuida. Según el Eurocódigo 3, el espesor de la garganta debe tomarse como la profundidad de la preparación menos 2 mm, donde la preparación es la profundidad del bisel. Sin embargo, si se han efectuado los ensayos adecuados, puede tomarse el espesor como igual a la preparación.

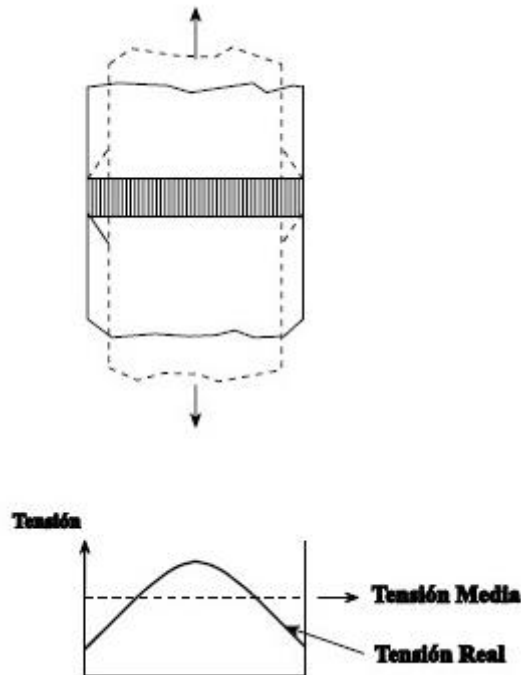


Una penetración parcial de una unión a tope en T con soldaduras superpuestas puede considerarse una soldadura a tope con penetración si el espesor total de garganta es mayor que el espesor del material y la cota de la separación cumple ciertas condiciones

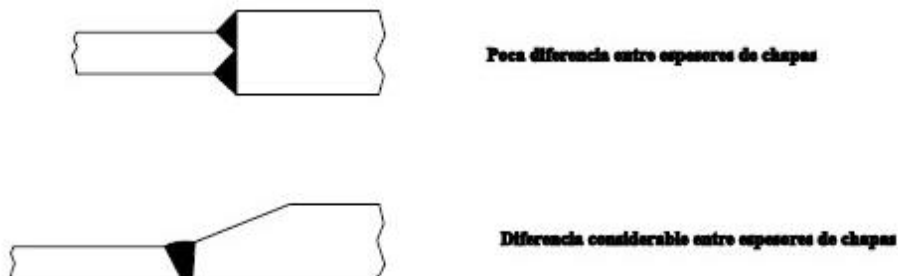
**DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES EN SOLDADURAS A TOPE.**

Como se ha apuntado, en los cálculos del cordón se supone una distribución uniforme de las tensiones en la longitud del cordón. En estado de agotamiento, la redistribución plástica de las tensiones hace que esta hipótesis sea más o menos cierta. En estado elástico, que es el que

interesa en el cálculo de la fatiga, las tensiones no están distribuidas uniformemente, especialmente cuando el límite de fluencia del metal de aportación es mucho más elevado que el del metal de base. Por ejemplo, considérese una barra cargada con una fuerza de tracción axial. La barra se estirará y, debido al efecto Poisson, disminuirá su anchura. Esta estricción es uniforme si la barra es homogénea. Pero será menor el metal base próximo al cordón, que tiene un límite de fluencia distinto. Este efecto origina una distribución de las tensiones variable a lo largo del cordón siendo la tensión el medio superior a la media.



Se intentará evitar concentraciones de tensiones por efecto de las entallas en uniones que conecten secciones distintas. Evitar la concentración de tensiones es especialmente importante si la unión está sujeta a fatiga. Para reducir la concentración de las tensiones, se recomienda una transición gradual de una sección a otra.



PARES DE APRIETE.

El par de apriete es la fuerza con el que se debe apretar un tornillo o una tuerca. Se expresa en unidades de fuerza multiplicada por distancia (par), normalmente en N.m (Newton-metro) o en In-Lbs (pulgadas por libra). Para aplicarlo se usan llaves dinamométricas, que cuentan con un resorte ajustable al par elegido, para que al superar esa fuerza de apriete el gatillo “salte” y no nos permita superar el valor fijado.

El par de apriete para cada tornillo viene determinado por los fabricantes de los componentes, calculados por los ingenieros, con el objeto de conseguir una correcta sujeción de las piezas que une el tornillo, sin someter el material a una tensión extra. A todos nos ha pasado alguna vez, nos hemos pasado apretando un tornillo a mano y se ha partido, o la pieza donde estaba roscado. Un par de apriete insuficiente implica un riesgo de desapriete, y un par excesivo puede llegar a deformar las piezas ensambladas o incluso acabar en rotura.

Tabla de aprietes para tornillos y espárragos							
Diámetros y pasos		Apretos en Kg/m					
		Calidad del acero					
ROSCA	PASO	3.6 (4D)	5.6 (5D)	6.9 (6G)	8.8 (8G)	10.9 (10K)	12.9 (12K)
M - 4	0,70	0,10	0,41	0,27	0,31	0,44	0,52
M - 5	0,80	0,20	0,27	0,52	0,61	0,86	1,04
M - 6	1,00	0,35	0,46	0,89	1,05	1,50	1,80
M - 7	1,00	0,57	0,76	1,45	1,75	2,50	2,90
M - 8	1,25	0,84	1,10	2,20	2,60	3,60	4,30
M - 10	1,50	1,70	2,20	4,30	5,10	7,20	8,70
M - 12	1,75	2,90	3,90	7,50	8,90	12,5	15,0
M - 14	2,00	4,60	6,20	11,9	14,1	19,8	24,0
M - 16	2,00	7,10	9,80	18,2	21,5	30,5	36,5
M - 18	2,50	9,70	13,0	25,0	29,5	42,0	50,0
M - 20	2,50	13,8	18,0	39,2	42,0	59,0	71,0
M - 22	2,50	18,6	25,0	48,0	57,0	80,0	96,0
M - 24	3,00	23,5	31,5	61,0	72,5	102	122
M - 27	3,00	35,0	47,0	90,5	107	151	181
M - 30	3,50	47,5	63,5	123	145	205	245
M - 33	3,50	64,5	86,5	166	197	277	333
M - 36	4,00	83,0	111	214	253	356	428
M - 39	4,00	108	144	277	329	462	555

15.- BIBLIOGRAFIA.

- (1) <https://www.autofacil.es/pruebas/2007/03/02/land-rover-defender-110-td5/8146.html>
- (2) <https://www.defenderhelp.com>
- (3) https://www.afn.pt/prod_details.php?id=289&vehicleId=19&catId=1009
- (4) <https://www.sahara4x4.com>
- (5) <https://workshop-manuals.com/landrover/defender300tdi>
- (6) https://www.ridefox.com/dl/truck/FOX_TRUCK_APP-GUIDE.pdf
- (7) <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn32.html>
- (8) http://www.tornillera.com/archivos/info_tecnica/esp/pares_apriete.pdf
- (9) https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100022/Anexo3_Normativa_Fijaciones.pdf
- (10) <http://webtools3.skf.com/BearingCalc/selectProduct.action;jsessionid=74F1106760C6AC99CDA37B4A08B60ACF>
- (11) <https://www.autoled4x4.com/en/led-bars-workoffroad>
- (12) <https://es.slideshare.net/LuisOrdayaMayorca/matematica-aplicada-para-la-tecnica-del-automovil>